



Produtividade de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio

Lucas Pereira Scheidt Feltz^{1,*}, Milena Santos de Oliveira² e André Luiz Oliveira de Francisco³

¹ Mestrando em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil. <https://orcid.org/0009-0003-1197-9373>

² Graduanda em Agronomia, Unicesumar, Brasil. <https://orcid.org/0009-0004-4831-3505>.

³ Analista IDR-Paraná; Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-6458-8251>

* Autor Correspondente: lucasscheidtfeltz@gmail.com

Recebido: 01/05/2025; Aceito: 16/06/2025.

Resumo: O milho é um dos cereais que mais se cultiva no Brasil e no mundo, possui alto potencial produtivo, o grande problema da cultura são as fontes nitrogenadas que são usadas na cultura. Logo se pensando no futuro e procurando uma forma de não poluir o meio ambiente, procurando fontes renováveis de nitrogênio que ajam de maneira harmoniosa entre solo, planta e atmosfera tem se feito muitos testes com as bactérias fixadoras de nitrogênio na cultura do milho, as bactéria inoculadas nas sementes de milho se localizariam na rizosfera planta se alimentando de exsudatos liberado pela gramínea, em contra partida as bactérias diazotróficas fixariam N₂ da atmosfera deixando acessível para a cultura do milho. Com intuito de avaliar a interferência das bactérias Diazotróficas na produtividade da cultura do milho foi escolhido a estirpe *Azospirillum brasilense* que segundo relatos na literatura, se adapta bem a situação edafoclimáticas da região. As bactérias foram inoculadas no ato da semeadura as quais foram associadas a cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 Kg por ha) no estágio vegetativo V4 e V6, o experimento foi feito em parcelas subdivididas, com seis repetições totalizando três blocos, no esquema fatorial. Houve interação de altura de planta em apenas uma avaliação, altura de inserção de espiga, número de fileiras por espiga e número de grãos por espiga, não interferindo no tamanho de espiga, espessura de colmo, número de folhas por planta, massa seca, massa fresca, massa de mil grãos e produtividade. As doses crescentes de nitrogênio aumentaram significativamente a produtividade até a dose de 200 Kg de nitrogênio por hectare.

Key-words: *Zea mays*, fixação biológica, nitrogênio.

Inoculation with *Azospirillum brasilense* in corn seeds under different nitrogen fertilization doses

Abstract: Corn is one of the most widely cultivated cereals in Brazil and in the world. It has a high production potential. The major problem with this crop is the nitrogen sources used in the crop. Therefore, thinking about the future and looking for a way to avoid polluting the environment, seeking renewable sources of nitrogen that act harmoniously between soil, plant and atmosphere, many tests have been carried out with nitrogen-fixing bacteria in corn crops. The bacteria inoculated in corn seeds would be located in the rhizosphere of the plant, feeding on exudates released by the grass. In contrast, the diazotrophic bacteria would fix N₂ from the atmosphere, making it available for the corn crop. In order to evaluate the interference of diazotrophic bacteria in the productivity of corn crops, the *Azospirillum brasilense* strain was chosen, which, according to reports in the literature, adapts well to the edaphoclimatic conditions of the region. The bacteria were inoculated at the time of sowing and were associated with five nitrogen doses (0, 50, 100, 150 and 200 kg per Ha) at the vegetative stage V4 and V6. The experiment was carried out in split plots, with six replicates totaling three blocks, in a factorial scheme. There was interaction of plant height in only one evaluation, ear insertion height, number of rows per ear and number of grains per ear, without interfering with ear size, stalk thickness, number of leaves per plant, dry mass, fresh mass, thousand-grain mass and productivity. Increasing nitrogen doses significantly increased productivity up to the dose of 200 kg of nitrogen per hectare.

Key-words: *Zea mays*, biological fixation, nitrogen.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma cultura de grande importância econômica para o mundo, devido à sua importância como alimento e produção de biocombustível (EMBRAPA, 2019). A produção de milho é liderada pelos Estados Unidos, seguido por China e pelo Brasil (USDA, 2023). De acordo com a Associação brasileira das indústrias do milho (AIMILHO, 2021), a produção desse cereal está entre as três mais cultivadas no mundo, sendo 53% destinado a indústria de ração animal e o restante destinado para o consumo humano.

Os países que mais utilizam milho são os Estados Unidos, com 315,5 milhões de toneladas por ano, a China, com 232,0 milhões de toneladas por ano, União Europeia, com 8,3 milhões de toneladas por ano, e o Brasil é o terceiro país que mais consome esse cereal, com 60 milhões de toneladas por ano. Os países que mais conseguem estocar milho são a China, com 101,3 milhões de toneladas, Estados Unidos é o segundo, com 58,3 milhões de toneladas, e o Brasil é o terceiro país com maior quantidade deste cereal estocado, com 9,3 milhões de toneladas, segundo FIESP (2017).

A produção brasileira é liderada pelos estados do Mato Grosso, Paraná e Goiás e Minas Gerais. Sendo a produção do Mato Grosso superior a todas as demais regiões do país. Os preços tem incentivado cada vez a produção, consequentemente o aumento da área, produção e produtividade (CONAB, 2021).

As exigências nutricionais das plantas ocorrem em função da sua capacidade de produção, quanto mais capacitadas em produzir de forma geral, mais ela necessitará de nutrientes em seu ciclo. As plantas C4, como o milho, especializadas em alta produção, consomem muito mais nutrientes que as plantas C3 (BARROS e ALVES 2015).

Segundo Batista et al. (2019), a adubação nitrogenada em cobertura é essencial para a cultura do milho. Sendo o principal nutriente responsável pelo crescimento e desenvolvimento, interferindo diretamente nos componentes do rendimento como, tamanho de espiga, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e consequentemente na produtividade (OLISKOWSKI, 2021).

Uma possibilidade já estudada e que vem se mostrando eficiente, para diminuir a adubação nitrogenada com ureia, e consequentemente reduzir essas perdas, é a inoculação das sementes de milho com bactérias diazotróficas fixadoras de N.

Segundo Ferreira et al. (2020), a utilização de bactérias promotoras do crescimento, tem se mostrando eficiente em fixar nitrogênio e estimular o crescimento devido a síntese de fitohormônios. A bactéria diazotrófica fixadora de nitrogênio *Azospirillum brasilense* colonizam as raízes e rizosfera das plantas, aumentando o comprimento e espessura das raízes, consequentemente aumentando a área de contato, potencializando as raízes, deixando-as com maior capacidade de absorção de água e nutrientes, e tornando a planta mais tolerante a situações de secas prolongadas e climas atípicos (QUADROS et al., 2014).

Existe um grande interesse pelas bactérias fixadoras de nitrogênio no milho, pois para suprir as necessidades de N, há um alto custo, e as bactérias realizam a fixação biológica de nitrogênio, podendo levar a uma grande economia, diminuindo a quantidade de adubo nitrogenado, a ser usado. Também o uso dessas bactérias torna a agricultura mais sustentável, diminuindo a poluição, e trabalhando de uma forma mais harmoniosa com o meio ambiente (HUNGRIA, 2011).

Com a combinação de doses de nitrogênio parceladas em cobertura com a associação do tratamento de inoculante *Azospirillum brasilense* nas sementes de milho, pode-se obter maior produtividade, diminuindo os custos com o uso de fontes nitrogenadas (HUNGRIA, 2011). A utilização de *Azospirillum brasilense* inoculado as sementes de milho em associação a diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho, proporciona um aumento nos componentes de rendimento da cultura consequentemente incrementando na produtividade (FERREIRA, 2013).

As bactérias fixadoras de nitrogênio *Azospirillum brasilense* podem ser usadas tanto no milho como no trigo, onde se trabalha de uma forma mais equilibrada entre solo, planta e atmosfera, diminuindo o uso de fontes nitrogenadas que acidificam e poluem o ambiente, sendo o principal fator limitante para fixação biológica de nitrogênio são o clima, temperatura, umidade do ar, tipo de solo, composição atmosférica, precipitação pluvial (PICCININ et al., 2013).

Há fatores que podem interferir na interação entre as bactérias do gênero *Azospirillum sp* e as doses de N no milho, como escolha da estirpe correta, concentração de bactérias por UFC mL de inoculante, condições de estresse, condições ambientais desfavoráveis, solos com problemas de drenagem, e principalmente a fertilidade do solo, pois

em solos onde não tem uma boa correção as bactérias do gênero *Azospirillum* não aumentam na produtividade (REPKE et al., 2013). Com isso o objetivo foi avaliar a eficácia do inoculante *Azospirillum brasilense*, inoculado nas sementes de milho no ato da semeadura, com cinco doses de adubação nitrogenada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Ponta Grossa, Paraná, nas coordenadas 25°10'39.2"S e 50°06'53.1"W, altitude média 975 metros, sobre um Latossolos Vermelhos distrófico típico.

A região possui o clima tropical Cfb; segundo classificação de Köppen é subtropical e úmido, de chuvas frequentes com média de 1500 a 2500 mm anuais, com temperaturas médias de 17.5°C. Os atributos químicos do solo onde foi instalado o experimento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo realizada na cidade de Ponta Grossa PR.

| | mg/dm ³ | g/dm ³ | PH | cmolc/dm ³ de solo | | | | | | % | | |
|-------|--------------------|-------------------|-----|-------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| Prof. | P | C | | Al | H+Al | Ca | Mg | K | S | T | V | m |
| 0-20 | 7,6 | 20,61 | 4,7 | 0,23 | 4,78 | 5,77 | 3,16 | 0,56 | 9,49 | 14,27 | 66,5 | 2,366 |

S* = Soma de Base, T* = Capacidade de Troca de Cátions, V%* = Saturação por Bases, Al* = Saturação de Alumínio

O experimento foi implantado em outubro de 2020, em sucessão a cultura da aveia preta. O manejo da fitomassa da aveia foi realizada 25 dias antes da semeadura do milho, com a aplicação do herbicida pós emergente glyphosate (3 L do produto comercial por hectare). Utilizou-se o híbrido de milho 2D 610 PW de alta tecnologia da Syngenta, adaptado ao clima da região.

O milho foi semeado no espaçamento de 0,45 metro entre fileiras com 3,6 sementes por metro objetivando a população de 80.000 plantas por hectare. Conforme a interpretação da análise de solo, as necessidades de fósforo (P) e de potássio (K), do solo foram supridas para atingir a produtividade de 6 toneladas de milho por hectare.

Foram aplicados no ato da semeadura 75 kg de P, utilizando-se a fonte super simples na quantidade de 416,66 kg ha⁻¹ e 20 kg ha⁻¹ de K, utilizando-se a fonte cloreto de potássio na quantia de 34,48 kg ha⁻¹, sendo misturado super simples e o cloreto de potássio de forma que a mistura ficasse mais homogênea possível e regulado a semeadora para que depositasse no solo 20 gramas desta mistura por metro linear.

As sementes de milho foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* na dose de 5 mL do produto comercial Grammy Crop (empresa), para cada 1 kg de semente, seguindo as recomendações de quantidade de bactéria em sua composição. A forma de aplicação nas sementes seguiu a recomendação do fabricante.

O experimento foi realizado no delineamento em blocos ao acaso com arranjo de tratamento em parcelas subdivididas, 2x5 com três repetições. Nas parcelas dispunham-se os tratamentos com e sem inoculante, nas subparcelas 5 doses de N, 0% (0 kg), 50% (50 kg), 100% (100 kg), 150% (150 kg), 200% (200 kg), que foram geradas a partir da análise de solo para suprir as necessidades de N na planta para uma produção de 6 toneladas de milho por hectare coincidentemente o 100% foi igual a 100 kg de N hectare. O experimento contou com 30 unidades experimentais. As doses de N foram aplicadas de forma parcelada sendo 30% na base no ato da semeadura, 30% em v4 e 40% em v6 usado a fonte de nitrogênio ureia.

As plantas daninhas foram controladas em pós emergência com o herbicida mesotriona (480 g L⁻¹) na dose de 0,2 litro de (p.c.) por hectare, e simazina (500 gramas por litro) na dose de (p.c.) 6,0 litros por hectare. O controle de pragas foi realizado com uma aplicação do inseticida clorpirifos na dose de 1 litro por hectare, realizado aos cinco dias após o plantio (DAP).

Após a germinação foi realizada a contagem para mensurar a população de plantas. Para avaliar a altura de planta usou-se a régua nas fases iniciais da cultura e após um bastão com régua. As avaliações de altura foram feitas a cada duas semanas, em todas as subparcelas em 5 plantas.

Para realizar a análise foliar foi coletada a folha oposta à espiga de 5 plantas por subparcela, quando as mesmas se encontravam fase R1. As folhas foram colocadas em sacos numerados, de acordo com cada subparcela, depois secas em estufa a 60 °C por 72 horas, posteriormente moídas em moinho tipo Wiley e enviada para laboratório de análise de solos e tecido vegetal credenciado pela comissão Estadual de Laboratórios de Análises Agronômicas CELA para determinação dos teores de N, P, K.

Na maturação fisiológica, foram colhidas 5 plantas por subparcelas, para determinação da massa seca da parte aérea, as quais foram separadas em folhas, colmo e espiga colocadas em sacos numerados, onde cada número representava uma subparcela, na sequência foram secas em estufa a 60 °C por 72 horas. Na mesma ocasião foi

realizada a avaliação do diâmetro do colmo, utilizando-se um paquímetro, e avaliação de altura de inserção da espiga com a ajuda da régua bastão.

Com as plantas de milho completamente secas, foram colhidas as espigas de 16 plantas centrais por cada sub parcela. Nas 16 espigas foram avaliados número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por espiga e o comprimento de espiga, na sequência as espigas foram debulhadas manualmente e os grãos pesados em balança analítica. A umidade foi determinada com o medidor de umidade de grãos AL 102 ECO, a massa foi corrigida para 13% de umidade.

A partir do peso líquido dos grãos das 16 espigas de milho, de cada subparcela, pode-se determinar a produtividade média por hectare, extrapolando para 80.000 espigas que foi a população gerada pelo espaçamento entre fileiras, número de plantas por metro linear e número de espigas por planta.

Para análise dos dados foram aplicadas a análise de variância, sendo que verificada diferença significativa e interação foi realizado teste de Tukey para comparações múltiplas da inoculação e a análise de regressão para analisar as doses de N. Para isso foi utilizado o programa estatístico R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após ter realizado a Análise da variância, Teste Tukey, Análise de regressão, conclui-se que houve interação entre o tratamento com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio.

Os resultados para o parâmetro de altura de planta após 62 dias da semeadura, assemelhando se aos encontrado por (OLIVEIRA et al., 2022) onde no seu experimento com a inoculação das bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio *Azospirillum brasilense* na cultura do milho, tanto nas sementes em pré-semeadura como via foliar, associado a doses de nitrogênio influenciou na altura de planta.

O ponto de máxima eficiência para os tratamentos com inoculantes *Azospirillum brasilense* foi encontrado com a dose de nitrogênio de 143,19 Kg por hectare. Os tratamentos sem inoculante *Azospirillum brasilense* alcançaram o seu ponto máximo na dose de 112,70 kg de nitrogênio por hectare.

Na análise dos dados de número de grãos por espiga encontramos interação nos tratamentos e doses, resultado parecido com o que encontrou Oliveira; Picazevicz, (2021) no seu experimento, onde as variáveis dos componentes de rendimentos como número de grãos por espigas foram influenciadas pela inoculação das sementes de milho com as bactérias *Azospirillum brasilense*, sendo que as sementes inoculadas se diferenciaram estatisticamente em produtividade das sementes não inoculadas, surtindo o efeito positivo esperado

Na Tabela 2, foi realizado o teste Tukey, interação altura de inserção de espiga, tratamento 1 (T1) sem *Azospirillum brasilense* e tratamento 2 (T2) com *Azospirillum brasilense*.

Tabela 2. Altura de inserção de espiga com/sem *Azospirillum*

| Doses | T1 | T2 |
|-------|--------------|--------------|
| 1 | 129.8333 (A) | 136.1667 (A) |
| 2 | 170.0000 (A) | 162.3333 (A) |
| 3 | 175.6667 (A) | 155.6667 (B) |
| 4 | 169.0000 (A) | 176.1667 (A) |
| 5 | 178.6667 (A) | 174.3333 (A) |

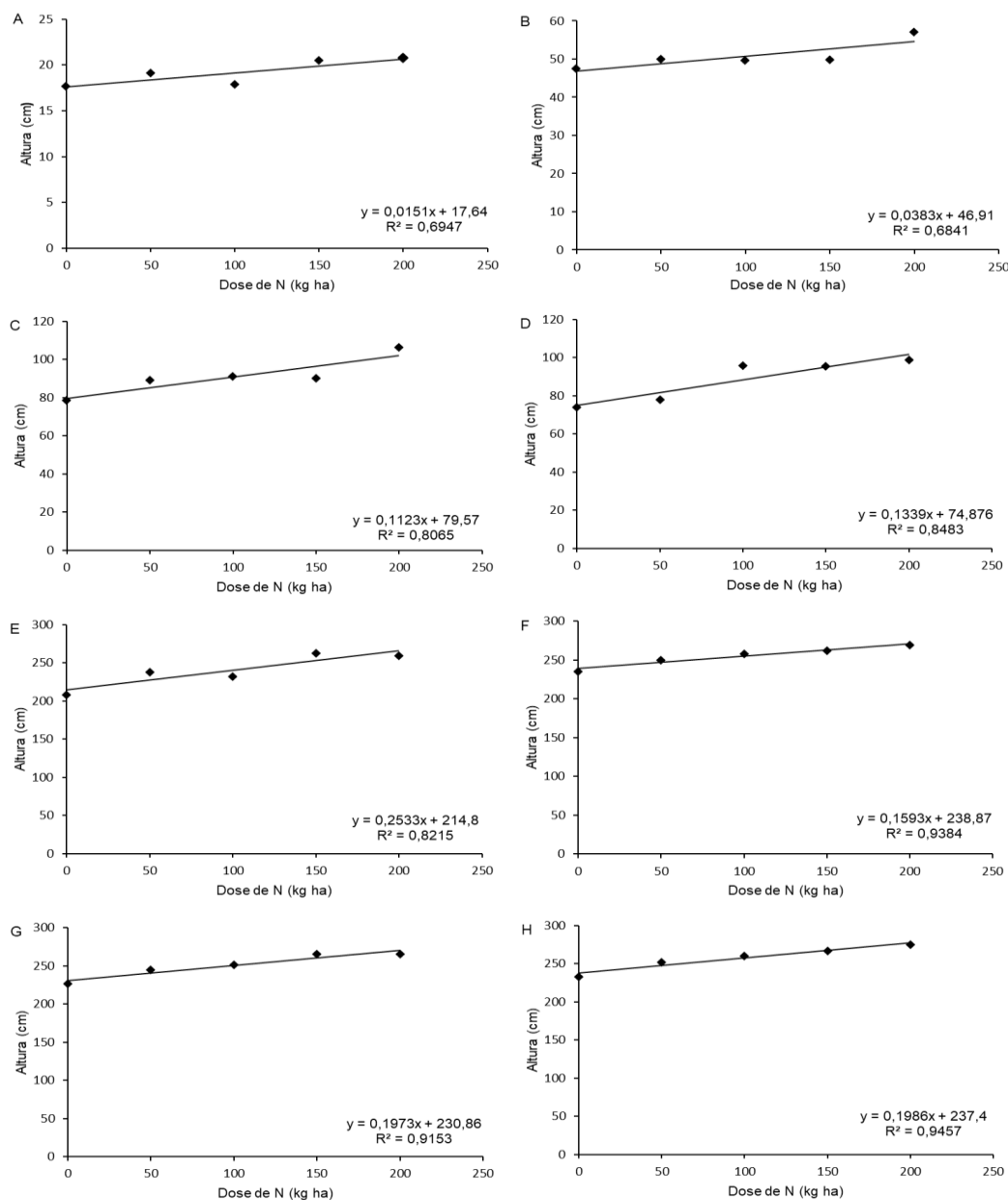
Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey 5%, Cada número na lateral da tabela representa uma dose de nitrogênio 1 (0 kg N), 2(50 kg N), 3 (100 kg N), 4 (150 kg N) 5 (200 kg N).

O ponto de máxima eficiência para os tratamentos com inoculantes *Azospirillum brasilense* foi encontrado com a dose de nitrogênio de 145,80 Kg por hectare. Os tratamentos sem inoculante *Azospirillum brasilense* alcançaram o seu ponto máximo na dose de 200kg de nitrogênio por hectare.

Quando avaliados os resultados obtidos com altura de inserção de espiga observou-se a interação entre os tratamentos e doses de nitrogênio em cobertura, os quais foram semelhantes aos encontrados por (SILVA, 2025) onde a interação entre *Azospirillum brasilense* e doses crescentes de nitrogênio agiram de maneira positiva nos componentes de produtividade, onde as sementes inoculadas apresentaram melhores resultados, a altura de inserção de espiga foi superior das parcelas inoculadas em relação às parcelas não inoculadas (SILVA, 2025).

Não houve interação entre os tratamentos e doses de nitrogênio nas avaliações de altura de planta, realizadas nos dias 21, 35, 49, 76, 90 dias após a semeadura (Figura 1).

Figura 1. (A) Altura de planta 21 dias após semeadura; (B) Altura de planta 35 dias após semeadura; (C) altura de planta 49 dias após semeadura, sem *Azospirillum brasilense*; (D) altura de planta 49 dias após semeadura com *Azospirillum brasilense*; (E) altura de planta 76 dias após semeadura, sem *Azospirillum brasilense*; (F) altura de planta 76 dias após semeadura com *Azospirillum brasilense*; (G) altura de planta 90 dias após semeadura, sem *Azospirillum brasilense*; (H) altura de planta 90 dias após semeadura com *Azospirillum brasilense*.



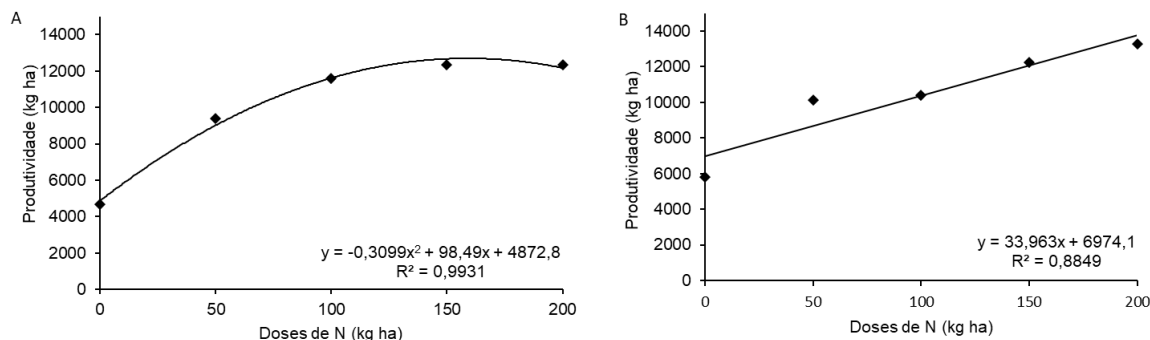
Fonte: os autores.

O presente trabalho também não encontrou interação entre o tratamento com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio, nos itens tamanho de espigas, diâmetro de colmo, massa do colmo, massa de folhas, massa de espigas, massa de grãos por espiga, massa de planta inteira e massa de mil grãos. Os resultados semelhantes foram encontrados por Júnior et al. (2020) onde os resultados expressados pelas bactérias *Azospirillum brasilenses* inoculadas em pré-semeadura não incrementaram os componentes de rendimento, desenvolvimento de plantas, partes de plantas e consequentemente não interferiram na produtividade.

A inoculação com *Azospirillum brasilense* em sementes de milho em pré-semeadura Não houve diferença significativa para a produtividade com a aplicação ou não do *Azospirillum brasilense* fixadoras de nitrogênio; independentemente da quantidade de inoculante adicionadas nas sementes de milho no ato da semeadura, houve incremento de produtividade com as doses crescentes de nitrogênio que se mostraram muito eficientes e correspondentes a adubação nitrogenada (BUENO et al., 2025).

O ponto de máxima foi encontrado na Figura 2A, onde os tratamentos eram sem *Azospirillum brasilense* na dose 155,2 kg de N por hectare. Na Figura 2B no tratamento com *Azospirillum brasilense* o ponto máximo foi encontrado na dose de 200 kg de N por hectare.

Figura 2. (A) produtividade sem inoculação de *Azospirillum brasilense*; (B) produtividade sem inoculação de *Azospirillum brasilense*



Fonte: os autores.

O uso das bactérias da espécie *Azospirillum brasilense* em pré-semeadura na semeadura não interfere no desenvolvimento das plantas, nos componentes de rendimento, e consequentemente não altera a produtividade; as sementes submetidas ao tratamento em pré-semeadura obtiveram os mesmos resultados em desenvolvimento de planta e produtividade das plantas que não passaram pela inoculação.

O teor de nutrientes, foram realizadas as análises de nutrientes nas folhas das plantas de milho, sendo observados os nutrientes N, P, K. Figura 3 os quais não apresentaram interação entre os tratamentos com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio em cobertura.

O aumento da dose de N que a medida em que se aumentou as doses de N em cobertura nas plantas de milho houve um aumento no nível de nitrogênio nas folhas tanto nos tratamentos com *Azospirillum brasilense* como sem *Azospirillum brasilense*. Estes dados de teores de nutrientes N, P e K na folha, estão de acordo com o observado por Vasconcelos et al. (2016), o qual utilizou a mesma bactéria milho de alto potencial produtivo, contudo em ambiente diferente. Esses autores observaram que a ausência de alteração nos teores de macronutrientes na cultura do milho, contudo a análise de realizou no V8, fora da análise diagnóstica que foi seguida por este trabalho.

Os níveis gerais de N diagnosticado nas folhas do milho estão abaixo do recomendado, segundo Manual de Análises Químicas de Solo, Planta e Fertilizantes em ambos os casos, demonstrando as plantas de milho apresentam máxima eficiência na dose de 100%, pois as produtividades não foram baixas como o observado.

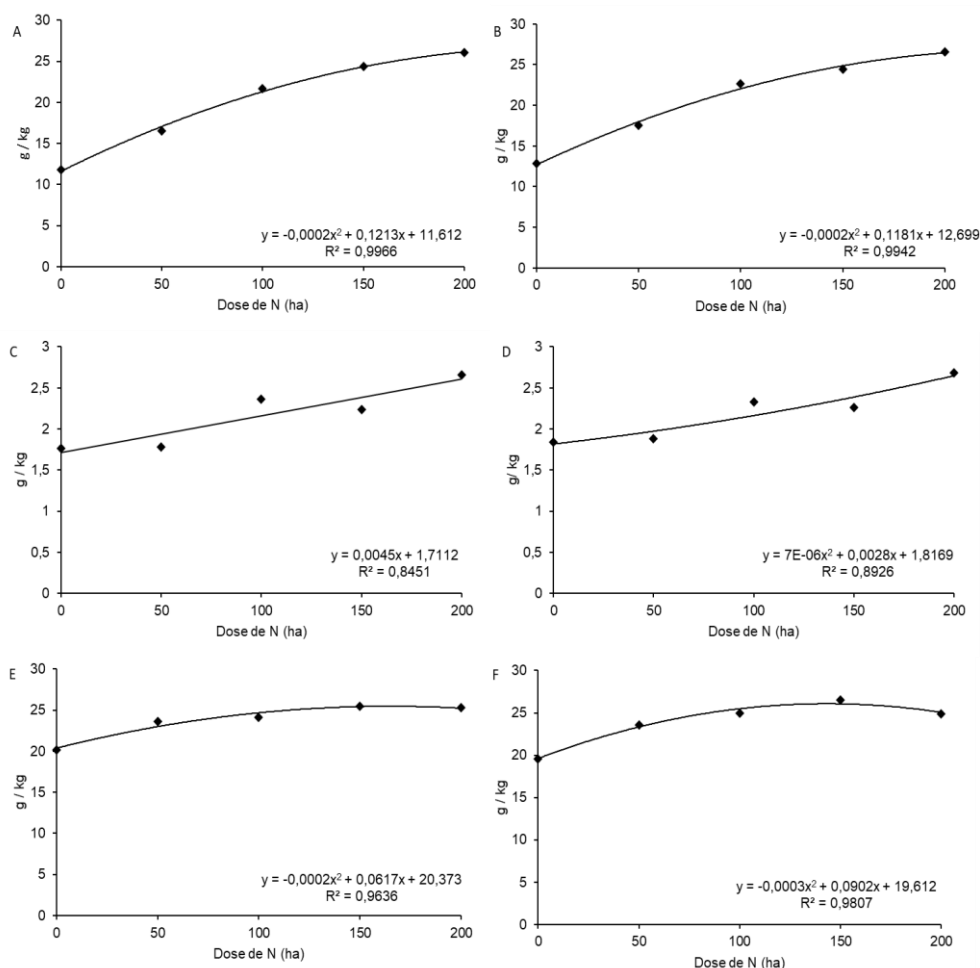
Observa-se que o fator com ou sem *Azospirillum brasilense*, obtiveram o máximo de P, nas folhas com doses de nitrogênio próximo aos 200%, da dose recomendada demonstrando que a absorção de P foi favorecida pelas doses crescentes de nitrogênio.

Os níveis gerais de P na folha diagnóstico do milho estão dentro do recomendado, segundo Manual de Análises Químicas de Solo, Planta e Fertilizantes a partir da dose 100% da dose recomendada em ambos os casos, demonstrando que a planta de milho foi bem atendida.

Os níveis máximos de Potássio nas folhas de milho foram constatados nas doses de nitrogênio em cobertura do milho próximo ao 100% da dose recomendada, tanto para os tratamentos com *Azospirillum brasilense* como para os tratamentos sem *Azospirillum brasilense*.

Os níveis gerais de K diagnosticado nas folhas de milho estão dentro do recomendado segundo Manual de Análises Químicas de Solo, Planta e Fertilizantes, a partir da dose 50% de nitrogênio, em ambos os casos, demonstrando que as plantas de milho foi bem atendida.

Figura 3. (A) teor de N sem *Azospirillum brasilense* (B) teor de N com *Azospirillum brasilense*. (C) teor de P sem *Azospirillum brasilense* (D) teor de P com *Azospirillum brasilense*. (E) teor de K sem *Azospirillum brasilense* (F) teor de K com *Azospirillum brasilense*. Aparentemente não há interação para os teores de nutrientes entre as doses de N e a inoculação com *Azospirillum*.



Fonte: os autores

Os dados sem interação, demonstram que não houve relação ou efeito do *Azospirillum brasilense*, na cultura do milho para N, P e K, sendo que apenas se observou efeito isolado e já bastante discutido das doses crescente de N sobre a quantidade de nutrientes na planta de milho, onde temos o crescimento de todos os índices da cultura do milho quando temos aumento das doses de N na cultura (altamente responsivo).

Vasconcelos et al. (2016) explicou o fato através de questões meteorológicas e de disponibilidade de água, que quando 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, sendo o desempenho da bactéria menor que em um ambiente com menores quantidades hídricas.

4. CONCLUSÃO

Houve interação entre os tratamentos e doses no teor de N, P e K nas folhas das plantas de milho.

Observou-se interação entre *Azospirillum brasilense* e as doses de nitrogênio nos componentes de rendimentos, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por espiga, altura de inserção de espiga e altura de planta aos 62 dias após a semeadura.

Houve interação entre os tratamentos com *Azospirillum brasilense* as doses de nitrogênio, interferindo nos índices de produtividade. Sendo observado aumento de produtividade nas doses crescentes de nitrogênio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS G.S.C.; ALVES L.R.A. ESALQ **Visão Agrícola**. Piracicaba: USP/ESALQ, n. 13, jul. 2015. Semestral. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>>.
- BATISTA, V.; OLIGINI, K.; GIARETTA, R.; RABELO, P.; ADAMI, P.; LINK, L. Densidade de plantas e doses de nitrogênio no cultivo de milho safrinha no Paraná. **Agrarian**, v.12, n.45, p. 296-307, 2019. <<https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i45.7485>>.
- BUENO, M. L. M.; ANDRADE, P. P.; SILVA, T. P. Da. Doses de *Azospirillum brasilense* na produtividade do milho safrinha. **Revista Delos**, v. 18, n. 66, p. e4644–e4644, 2025.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>>.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasil. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <<https://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php>>.
- DERAL. Departamento de economia rural. Disponível em: <<https://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?%20conteudo=74>>.
- FERREIRA, L. L.; SANTO, G. F.; CARVALHO, I. R.; FERNANDES, M. S.; CARNEVALE, A. B.; LOPES, K.; PRADO, R. L. F.; LAUTENCHLEGER, F.; PEREIRA, A. I. A.; CURVÊLO, C. R. S. Cause and effect relationships, multivariate Approach for inoculation of *Azospirillum brasilense* in corn. **Communications In Plant Sciences**, v. 10, p. 37-45, 2020. <<https://cpsjournal.org/2020/05/28/cps2020006>>.
- FERREIRA, V. E. N.; KAPPES, C.; PEREIRA, P. H.T.; JUNIOR, W. K. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e nitrogênio em cobertura no milho safrinha**, 2013.
- FIESP. Federação Industrial de São Paulo. Informativo DEAGRO. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_maio2017>.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina, Documentos - Embrapa Soja, v. 2, 2011. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/doc325.pdf>>.
- JUNIOR, J. A. M. S.; FREITAS, J. M. De; REZENDE, C. F. A. Produtividade do milho associado a inoculação com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de adubação nitrogenada. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e42810212711–e42810212711, 2021.
- OLIVEIRA, C. de Á.; PICAZEVICZ, A. A. C. Análise econômica da produção de milho verde em resposta a adubos verdes, *Azospirillum brasilense* e nitrogênio. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 6, p. 74–86, 2021.
- OLIVEIRA, D. R. de.; CAETANO, S. S. **Adubação nitrogenada na cultura do milho**. 2015. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Produção de Grãos) – Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2015.
- OLIVEIRA, A. A.; TORRES, F. E.; SANTOS, É. F. dos; RODRIGUES, A. M.; SILVA, R. A. da; SILVA, G. N.; GARCIA, F. P.; MAGRI, T. A. Nitrogênio e formas de aplicação de *Azospirillum brasilense* em milho cultivado em solo arenoso. **Research, Society and Development** v. 11, n. 13, p. e56411335819–e56411335819, 2022.
- OLISKOWSKI, G. **Inoculação de *Pseudomonas thivervalensis* em milho para redução da adubação nitrogenada e aumento da produtividade**. Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Biológicas. Departamento de Ciências Agrárias. 2021.
- PICININ, G. G.; BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; BAZO, G. L.; HOSSA, K. R.; PONCE, R. M. Rendimento e desempenho agrônomo da cultura do trigo em manejo com *Azospirillum brasilense*. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2., 2013. <<https://ojs.ufgd.edu.br/agrarian/article/view/1931>>.
- QUADROS, P. D. de; ROESC, L. F. W.; SILVA, P. R. F. da; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. O. Desempenho agrônomo a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2., 2014. <<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2014000200008>>.
- SILVA, E. S. **Avaliação de linhagens de milho submetidas à adubação nitrogenada e biológica em cobertura (*Azospirillum brasilense*)**. 2025. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/11449/295997>>.
- SIQUEIRA, T. P. **Uso de *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio no segundo ano de cultivo do milho**. 2014. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Uberlândia. 2014.
- TAGLIARI, L. P. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* associada à adubação nitrogenada na cultura do milho cultivado sobre palhada de aveia e nabo**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2014.