

Características agronômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense* em associação com diferentes doses de adubação mineral

Gabrielli Machado Cocolatto^{1*}; Helton Aparecido Rosa¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}gabi_mc777@hotmail.com

Resumo: O Trigo é uma gramínea mundialmente conhecida, sendo a segunda maior cultura de cereais. A associação com bactérias diazotróficas promotoras de crescimento e de produtividade promovem maior área radicular de absorção de nutrientes, sendo benéfico a cultura. Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de *azospirillum brasilense* associado com adubação mineral no desenvolvimento inicial da cultura do trigo. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias - CEDETEC, localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, em Cascavel, Paraná. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC) contendo 6 tratamentos, sendo: T1: testemunha; T2: inoculação com 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum* spp; T3: adubação química na dose de 160 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum* spp.; T4: adubação química na dose de 200 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum* spp.; T5: adubação química na dose de 250 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum* spp; T6: adubação química na dose de 200 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum* spp; com 4 repetições. Foram avaliados comprimento da parte aérea e radicular, diâmetro do caule, massa verde e seca da planta inteira e volume de raiz. O uso de *azospirillum brasilense* associado a adubação mineral no desenvolvimento inicial da cultura do trigo, apresentou resultados positivos nas variáveis comprimento radicular, diâmetro de colmo e volume radicular. No geral, a adubação mineral na dose de 200 kg ha⁻¹ com 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum* sp. apontou as melhores respostas para a maioria dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Bactéria; Ambiente controlado; Cultura.

Agronomic characteristics of wheat function of *Azospirillum brasilense* in association with different doses of mineral fertilizer

Abstract: Wheat is a world-renowned grass and the second largest cereal crop. The association with diazotrophic bacteria that promote growth and productivity promotes a larger root area for nutrient absorption, which is beneficial to the crop. Based on the above, the present study aims to evaluate the use of *Azospirillum brasilense* associated with mineral fertilization in the initial development of wheat crops. The experiment was carried out in a greenhouse at the Center for Development and Diffusion of Technologies - CEDETEC, located at the Assis Gurgacz University Center, in Cascavel, Paraná. The experimental design used was a randomized block design (DBC) containing 6 treatments, as follows: T1: control; T2: inoculation with 1.5 mL kg⁻¹ of *Azospirillum* spp; T3: chemical fertilization at a dose of 160 kg ha⁻¹ and 1.5 mL kg⁻¹ of *Azospirillum* spp. T4: chemical fertilization at a dose of 200 kg ha⁻¹ and 1.5 mL kg⁻¹ of *Azospirillum* spp.; T5: chemical fertilization at a dose of 250 kg ha⁻¹ and 1.5 mL kg⁻¹ of *Azospirillum* spp.; T6: chemical fertilization at a dose of 200 kg ha⁻¹ and 1.5 mL kg⁻¹ of *Azospirillum* spp.; with 4 replicates. The length of the shoot and root, stem diameter, green and dry mass of the whole plant and root volume were evaluated. The use of *Azospirillum brasilense* associated with mineral fertilization in the initial development of wheat crops presented positive results in the variables root length, stem diameter and root volume. In general, mineral fertilization at a dose of 200 kg ha⁻¹ with 1.5 mL kg⁻¹ of *Azospirillum* sp. showed the best responses for most of the parameters evaluated

Keywords: Bacteria; Controlled environment; Culture.

Introdução

O trigo é uma cultura de suma importância na alimentação humana e animal nos dias de hoje, participando da fabricação de diversos pratos alimentícios como pães, massas e biscoitos, abastecendo as mesas das famílias brasileiras. O manejo adequado e a adição de produtos biológicos como a inoculação pode propiciar a cultura incrementos em seu potencial de produção, aspecto muito buscado pelos produtores. Ainda, a incorporação da adubação mineral na cultura do trigo juntamente com o efeito da bactéria *Azospirillum* pode trazer a expansão do campo de produção de grãos.

De acordo com De Andrade *et al.* (2022), no Brasil, o trigo (*Triticum spp.*) é o segundo cereal mais consumido, representando cerca de 30% da produção mundial de grãos. Ainda, o país se encontra como o oitavo maior importador mundial de trigo, dado que pode haver mudança nos próximos anos devido à alta comercialização do grão. Em 2022, ainda segundo De Andrade, a colheita de trigo no Brasil se encerrou totalizando 9,5 milhões de toneladas, tal volume atende 76% da demanda interna do país, já a sua exportação no ano de 2022 atingiu 2,5 milhões de toneladas, sendo mais que o dobro do valor exportado no ano anterior.

A quantidade adequada de nitrogênio (N) disponível à planta é um fator crucial e decisivo para o rendimento da cultura do trigo (De Bona *et al.*, 2016). Como uma alternativa importante para o suprimento sustentável do nitrogênio, a fixação biológica deste elemento é uma possibilidade usada para diminuir o custo da produção e os riscos ao meio ambiente (Glitz, 2016). As bactérias do gênero *Azospirillum*, fixadoras de nitrogênio, podem viver na rizosfera das plantas, tanto dentro como fora das raízes (Didonet *et al.*, 1996), contribuindo para uma melhor abundância do nutriente pela planta e conseqüentemente uma menor contaminação ambiental pelo nitrogênio (Ludwig, 2015).

O elevado desenvolvimento das raízes pela ação da inoculação com *Azospirillum*, pode acarretar em diversos outros fatores, como a melhoria na absorção de água e minerais, a maior tolerância a estresses como seca e salinidade, tornando a planta mais resistente (Glitz, 2016). Dentre os nutrientes exigidos pela cultura do trigo, o nitrogênio é o elemento que mais afeta a produtividade e, hoje em dia, os fertilizantes constituem os maiores custos de produção, sendo assim, busca-se uma rentabilidade acessível para a cultura por meio da melhor utilização do nitrogênio (Gabriel, 2023), visto que sua aplicação é indispensável, pois determina o número de afilhos ou perfilhos, sendo essencial na fase de formação de nós e no início do alongamento do colmo (Sala *et al.*, 2005). Assim, é cada vez mais crescente o uso de inoculantes contendo bactérias diazotróficas no cultivo de plantas pertencentes à família das Poaceas (Sampaio, 2020).

Com base no exposto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o uso de *Azospirillum brasilense* associado com adubação mineral no desenvolvimento inicial da cultura do trigo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre maio a julho de 2024 em ambiente protegido no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias - CEDETEC, localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, em Cascavel, Paraná, com localização geográfica de latitude -24.942241'' S e longitude -53.510855'' W. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima predominante na região é caracterizado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) (Nitsche *et al.*, 2019).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), contendo 6 tratamentos, sendo: T1: testemunha; T2: inoculação com 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum sp.*; T3: adubação química na dose de 160 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum sp.*; T4: adubação química na dose de 200 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum sp.*; T5: adubação química na dose de 250 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum sp.* e T6: adubação química na dose de 300 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum sp.*, com 4 repetições.

Como unidade experimental foram utilizados vasos de polietileno com capacidade de 8 dm³, os quais foram preenchidos com aproximadamente 8 dm³ de solo. O solo utilizado no experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (LVdf), de textura muito argilosa, retirado da camada de 0 a 20 cm, coletado na área da lavoura próximo ao experimento. O solo apresentou as seguintes características químicas: P: 2,80 mg dm³; MO: 32,47 g dm³; pH (CaCl) = 4,80; H + Al: 4,96; Al: 0,08; K: 0,22; Ca: 3,67 e Mg: 0,93 cmol_c dm³, respectivamente; Cu; Zn; Mn e Fe = 8,30; 1,50; 17,10 e 28,40 mg dm³.

Adotou-se, como material vegetal para este trabalho, a cultivar de trigo TBIO Calibre. Antes da semeadura procedeu-se à inoculação das sementes com a estirpe Ab-V6 de *Azospirillum brasilense*, fornecida pelo produto BIOFREE[®], onde foi utilizado 1,5 mL de *Azospirillum* diluídos em 50 mL de água para cada um kg de semente. As sementes foram dispostas em uma bandeja onde foi realizada a inoculação, e posteriormente feita a semeadura manualmente de seis sementes por vaso, contando que após 30 dias procedeu-se o desbaste, conduzindo apenas três plantas por vaso. A adubação de base realizada na ocasião do plantio foi com formulação NPK 10-15-15 com diferentes doses, conforme o tratamento e após 21 dias realizou a adubação de cobertura de 96 kg de ureia, de acordo com a necessidade da cultura.

Deste experimento foram avaliadas as características agrônômicas da cultura: comprimento da parte aérea e da parte radicular da planta (cm), medido com o auxílio de uma trena graduada em cm; diâmetro do colmo (mm), avaliado com paquímetro acima do solo; a massa verde da planta inteira, pesada com balança semi-analítica, a massa seca de planta inteira, secada em estufa a 65 graus por 72 horas e o volume da raiz, com o auxílio de uma proveta contendo água. As avaliações dos parâmetros analisados foram realizadas 57 dias após a semeadura das sementes.

Após obtidos os dados, os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

Das variáveis analisadas no presente trabalho, apenas comprimento radicular, diâmetro de colmo e volume radicular apresentaram interações significativas entre os fatores de uso de Ab-V6, associado a diferentes doses de adubação nitrogenada, já as demais variáveis não apresentaram diferença (Tabela 1).

Tabela 1 – Teste de comparação de médias de Tukey para características agrônômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense* em associação com diferentes doses de adubação mineral.

Tratamentos	C. A	C. R	D. C	V. R	M.V	M.S
T1 - testemunha	42,66 a	31,12 a	2,53 a	1,25 a	3,42 a	2,40 a
T2 - 1,5 mL Ab-V6	51,41 a	36,41 ab	3,07 ab	5,59 ab	5,38 a	3,25 a
T3 - 160 kg + 1,5 mL Ab-V6	49,58 a	39,21 abc	3,12 ab	8,91 b	5,80 a	3,47 a
T4 - 200 kg + 1,5 mL Ab-V6	54,00 a	49,37 c	3,38 b	11,17 b	10,93 a	4,67 a
T5 - 250 kg + 1,5 mL Ab-V6	51,42 a	45,75 bc	2,95 ab	9,25 b	10,84 a	4,67 a
T6 - 300 kg + 1,5 mL Ab-V6	54,96 a	42,67 abc	3,19 ab	10,00 b	8,39 a	5,07 a
DMS	10,43	11,60	0,79	5,72	10,27	2,80
CV	10,92	11,66	11,59	33,09	61,23	31,76

Letra seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância. Legenda: C.A = Comprimento aéreo; C.R. = Comprimento radicular; D.C = Diâmetro do colmo; V.R = Volume de raiz; M.V = Massa verde; M.S = Massa seca.

Para a variável comprimento aéreo não houve diferença significativa, dessa forma a inoculação juntamente com a adubação nitrogenada não influenciaram nesses parâmetros, resultados semelhantes foram encontrados no trabalho realizado por Gabriel (2023), onde ele

realizou a aplicação do inoculante em duas etapas, a primeira sendo na semeadura e a segunda via aérea, não apresentando também a diferença na variável comprimento aéreo. Esses resultados diferem dos encontrados por Ecco *et al.* (2022), onde as plantas de trigo inoculadas com o produto Nitro1000, apresentando em sua composição as estirpes AbV5 e AbV6 da bactéria *Azospirillum brasilense*, juntamente com a adubação de base e de cobertura, apresentou os maiores números para altura de planta. Zagonel *et al.* (2002) em seu trabalho, avaliaram os efeitos do regulador de crescimento trinexapac-ethyl em algumas características agronômicas e na produtividade da cultivar de trigo OR-1 em diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio, onde relacionaram a altura das plantas de trigo com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas, porém, ressaltam a possibilidade desse efeito não ser vantajoso, dada a possibilidade de acamamento ou tombamento das plantas.

Observa-se ainda que, para a variável comprimento de raiz, houve diferença significativa entre os tratamentos, verificando que o tratamento 4, com a adubação química na dose de 200 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum sp.*, apresentou melhor resultado em relação aos outros tratamentos com a bactéria diazotrófica. Resultados semelhantes foram encontrados por Nozaki *et al.* (2013), ao inocularem *A. brasiliense* juntamente com adubação química na base em casa de vegetação, onde os tratamentos contendo 250 e 290 kg ha⁻¹ com 1,5mL de *Azospirillum spp.* diferenciaram significativamente dos demais tratamentos.

A variável diâmetro do colmo apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, tendo como maior número o tratamento com a adubação química na dose de 200 kg ha⁻¹ e 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum sp.* É evidente que a inoculação proporciona resultados agronômicos comparáveis aos alcançados com fertilizantes, demonstrando eficiência em diversas características agronômicas relevantes (Vogel *et al.*, 2013).

Ferreira *et al.* (2017) verificaram que a variável volume radicular não apresentou diferenças quando realizada a inoculação da estirpe Ab-V5 de *Azospirillum brasilense* em sementes de trigo juntamente com corretivos agrícolas, sendo os utilizados no trabalho dos autores, o calcário dolomítico e silicato de cálcio e magnésio. Tal resultado difere com o presente trabalho, apresentando os melhores resultados onde a inoculação com a bactéria *Azospirillum brasilense* e a adição da adubação propiciaram aumento no volume radicular das plantas avaliadas. Para Hungria (2011), a bactéria *Azospirillum* é capaz de produzir fito hormônios que estimulam o crescimento das raízes de inúmeras espécies de plantas.

Os resultados deste experimento para os valores de massa verde e massa seca não apresentaram diferenças significativas ao comparar a inoculação com a bactéria *Azospirillum brasilense* com as diferentes doses de adubação mineral. De Paula Alves *et al.* (2017)

observaram que, a variável massa fresca, apresentou resultados lineares decrescentes ao aumentar as doses de nitrogênio, disponibilizados pela utilização de ureia no trabalho analisado. Ainda, segundo os autores, ao analisarem os resultados da variável massa seca, constataram que para as sementes inoculadas com o *Azospirillum brasilense*, houve um aumento no ganho de massa seca das plantas, proporcional ao aumento das doses de nitrogênio utilizada. Tal resultado corrobora com os encontrados por Didonet *et al.* (2000), utilizando a inoculação de sementes de trigo com a estirpe *Azospirillum brasilense* 245 e do isolado número 10 de *Azospirillum lipoferum* juntamente com a aplicação de diferentes doses de N na forma de ureia em diferentes estádios de desenvolvimento da planta, encontrou-se menores números de massa seca quando aplicado as menores doses de N na semeadura.

Conclusão

O uso de *azospirillum brasilense* associado a adubação mineral no desenvolvimento inicial da cultura do trigo, apresentou resultados positivos nas variáveis comprimento radicular, diâmetro de colmo e volume radicular.

No geral, a adubação mineral na dose de 200 kg ha⁻¹ com 1,5 mL kg⁻¹ de *Azospirillum sp.* apontou as melhores respostas para a maioria dos parâmetros avaliados.

Referências

- DE ANDRADE, S. R. M.; DOS REIS JUNIOR, F. B.; CHAGAS, J. H. EMBRAPA. **Uso de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo**. 2022 Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1147512/1/Solange-Doc-394.pdf>.
- DE BONA, F. D.; DE MORI, C. WIETHOLTER, S. Manejo Nutricional da Cultura do Trigo, **Revista International Plant Nutrition Institute**, Informações Agronômicas n° 154, ISSN 2311-5904, 2016.
- DE PAULA ALVES, S. R.; DE FRANCISCO, A. L. O.; DE CARVALHO, T. C. *Azospirillum brasilense* e nitrogênio: atuação no potencial fisiológico de sementes de trigo. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, 2017.
- 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.31, n.9, p.645-651, 1996.
- DIDONET, A. D.; LIMA, O. D. S.; CANDATEN, A. A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 35. N. 2, p. 401-411, fevereiro, 2000.

ECCO, M.; JUNIOR, V. L.; LUCAS, V. D. P.; NUNES, R. (2022, April 24). Inoculação por diferentes produtos a base de *Azospirillum* brasilense na cultura do trigo. **Revista Ciência Agrícola**, 20(1), 9-17.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, 37(4): 529-535, 2019.

FERREIRA, T. E.; TARUMOTO, M. B.; PICOLI, L. B.; SENA, V. G. L. Silício na eficiência de *Azospirillum* brasilense em trigo. **Revista Cultura Agronômica**, v. 26, n. 3, p. 393-405, 2017.

GABRIEL, E. **Inoculação de *Azospirillum* brasilense em trigo, sob doses de nitrogênio**. Bacharelado. Universidade Federal do Pampa, 2023.

GLITZ, M. **Eficiência agronômica de *azospirillum* brasilense na cultura do trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia do Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2016.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *azospirillum* brasilense: inovação em rendimento a baixo custo**. Embrapa, Documentos, n. 325, 2011.

LUDWIG, R. L. **Inoculação com *Azospirillum* brasilense e adubação nitrogenada em cultivares de trigo**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, RS, 2015.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H., RICCE, W. D. S.; Pinto, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2019.

NOZAKI, M. H; LORENZATTO, R; MANCINI, M. (2013) Efeito do *azospirillum spp.* em associação com diferentes doses de adubação mineral na cultura do trigo. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, 17:27-35.

SALA, V. M. R; FREITAS, S.S; DONZELI, V.P.; FREITAS, J.G.; GALLO, P. B.; SILVEIRA, A.P.D. **Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v.29, n.3, p.345-352, 2005.

SAMPAIO, F.A.R. **Inoculação com *Azospirillum* brasilense e *Bacillus subtilis* associada à adubação nitrogenada na nutrição, desenvolvimento e produção do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil, 2020.

VOGEL, G. F.; MARTINKOSKI, L.; BITTENCOURT, H. V. H.; GRILLO, J. F.; Agronomic performance of *Azospirillum* brasilense on wheat crops. **Appl Res Agrotec**. 2013;6:111-9. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V6.N3.13>.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, 2002, 32, 1, 25-29.