

Planaltina, DF / Maio, 2025

Avaliação do efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* em genótipos de trigo sequeiro recomendados para o Brasil Central

Solange Rocha Monteiro de Andrade⁽¹⁾, Fábio Bueno dos Reis Junior⁽¹⁾ e Jorge Henrique Chagas⁽²⁾

⁽¹⁾Pesquisadores da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. ⁽²⁾Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília /
Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
www.embrapa.br/cerrados
www.embrapa.br/fale-conosco/
sac

Comitê Local de Publicações
Presidente
Eduardo Alano Vieira

Secretária-executiva
Lidiamar Barbosa de Albuquerque

Membros
Alessandra de Jesus Boari
Alessandra Silva G. Faleiro
Angelo Aparecido Barbosa Sussel
Fábio Gelape Faleiro
Fabiola de Azevedo Araujo
Giuliano Marchi
Jussara Flores de Oliveira Arbues
Karina Pulrolnik
Maria Emília Borges Alves
Natália Bortoleto Athayde Maciel

Edição executiva e
revisão de texto
Jussara Flores O. Arbues
Normalização bibliográfica
Marilaine Shaun Pelufe
(CRB-1/2045)

Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio
Diagramação
Wellington Cavalcanti
Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

Resumo – Visando maior adaptação do *Triticum aestivum* ao ambiente do Cerrado pesquisas buscam cultivares mais tolerantes à seca e estratégias de manejo que possam diminuir o impacto da seca. *Azospirillum* é um gênero de bactérias promotoras de crescimento vegetal que, entre outras características, induz o desenvolvimento das plantas, principalmente das raízes, possibilitando um incremento da absorção de água e o aumento da tolerância à seca. O objetivo do trabalho foi verificar se genótipos de trigo inoculados com *A. brasilense* apresentam maior tolerância ao estresse hídrico em cultivo sequeiro. Os experimentos foram conduzidos em duas áreas experimentais no Distrito Federal (Embrapa Cerrados e Cooperativa Agropecuária da Região do Distrito Federal), de março a agosto, nos anos de 2017 a 2021. Sementes das cultivares Brilhante, BR 18, BRS 404, BRS 264, BRS 394 e a linhagem PF100368, desenvolvidas para o Brasil Central, foram submetidas a dois tratamentos (inoculado e não inoculado). Os resultados de diferentes anos e dois locais demonstraram que há um efeito do genótipo, do ambiente e das condições climáticas sobre a resposta das plantas à inoculação com *A. brasilense*. Os genótipos BRS 404, BR18 e PF 100368 apresentaram, de maneira geral, ganhos de rendimento com a inoculação em todos os anos e locais de plantio. A cultivar BRS 394, por outro lado, apresentou uma resposta negativa à inoculação em praticamente todos os anos e locais. Os demais genótipos não apresentaram diferenças significativas. Com isto conclui-se que, para as condições ambientais do Distrito Federal, os produtores podem inocular as cultivares BRS 404 e BR 18 e aguardar resultados de novas pesquisas para as demais cultivares.

Termos para indexação: estresse hídrico, *Triticum aestivum*, práticas de manejo, tolerância à seca.

Evaluation of the effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* in rainfed wheat genotypes recommended for Central of Brazil

Abstract – Aiming to better adapt rainfed wheat to the Cerrado environment, research is seeking cultivars that are more drought-tolerant and management strategies that can mitigate the impact of drought. *Azospirillum* is a genus

of plant growth-promoting bacteria that, among other characteristics, induces plant development, especially in roots, enabling increased water absorption and increased drought tolerance. The objective of the study was to verify whether wheat genotypes inoculated with *A. brasilense* present greater tolerance to water stress in dryland cultivation. The experiments were conducted in two experimental areas in the Federal District (Embrapa Cerrados and Coopa-DF), from March to August, at 2017 to 2021. Seeds of the cultivars Brilhante, BR 18, BRS 404, BRS 264, BRS 394 and the line PF100368, developed for Central Brazil, were subjected to two treatments (inoculated and non-inoculated). The results from different years and two locations demonstrated that there is an effect of genotype, environment and climatic conditions on the response of plants to inoculation with *A. brasilense*. The genotypes BRS 404, BR18 and PF 100368 generally showed yield gains with inoculation in all years and planting locations. The cultivar BRS 394, on the other hand, showed a negative response to inoculation in almost all years and locations. The other genotypes did not show significant differences. Therefore, we conclude that, for the environmental conditions of the Federal District, producers can inoculate the cultivars BRS 404 and BR 18 and await the results of new research for the other cultivars.

Index terms: water stress, *Triticum aestivum*, management practices, drought tolerance.

Introdução

O trigo é o alimento mais antigo cultivado pelo homem, considerado uma fonte de nutrientes essenciais, pois contém carboidratos, proteínas, vitaminas (B e E), fibras, além de minerais como cálcio e ferro. Atualmente o trigo é cultivado em todos os continentes e mais de 80 países (Index Mundi, 2024). As cinco principais regiões produtoras do mundo são China (17%), União Europeia (17%), Índia (14%), Rússia (12%) e EUA (6%). Atualmente o Brasil ocupa a 16ª colocação, responsável por 1% da produção mundial de trigo (USDA, 2024). No País, a produção anual oscilava entre 5,0 e 6,5 milhões de toneladas e, a partir de 2020, a produção cresceu alcançando 10,5 milhões de toneladas em 2022 (Sidra, 2022; Conab, 2024). A estimativa da produção para a safra 2023/2024 é de 9,6 milhões de toneladas e em uma área plantada de 3,3 milhões de hectares. A produtividade variou entre 2,3 e 3,4 mil quilogramas por hectare entre 2018 e 2024.

Atualmente está em torno de 2,9 mil quilogramas por hectare (Conab, 2024). Segundo Fabbri (2023), o consumo nacional aumentou 33% desde 2017 e com a previsão de consumo de 12,6 milhões de toneladas em 2024 (Conab, 2024).

A produção de trigo está concentrada basicamente na região Sul do Brasil que apresenta condições climáticas mais apropriadas para o cultivo, sendo responsáveis por 87% da produção nacional (Souza, 2019). No entanto, essa região está sujeita a geadas e chuvas na época da colheita que interferem diretamente no rendimento e na qualidade dos grãos (Jesus Júnior et al., 2011; Souza, 2019), contribuindo para a expansão do cultivo em outras áreas, entre elas o Cerrado. A produção de trigo no Cerrado é crescente e, segundo De Mori e colaboradores (2018), a participação desse bioma na produção nacional de trigo subiu de 1,1% para 5,1% de 1974 a 2016. Porém o cultivo do trigo no Cerrado ainda apresenta desafios que envolvem a deficiência hídrica, o calor e a incidência de doenças, principalmente a brusone (Sousa; Caierão, 2014; Torres et al., 2022).

Nos últimos 20 anos, houve uma grande oscilação na área plantada e produção no Brasil Central, porém, a partir de 2013, houve um enorme crescimento da triticultura na região, em especial na Bahia, Goiás, Minas Gerais e São Paulo, que triplicaram a área plantada (Sidra, 2022; Conab, 2021). Enquanto no Distrito Federal, entre 2019 e 2023, a safra da triticultura cresceu 272% e passou de 6 mil toneladas para 22 mil toneladas (Agência Brasília, 2024). Isso ocorre devido ao trigo sequeiro ser uma excelente opção na rotação de culturas, bem como pela produção de boa palhada para o plantio direto e suas características de supressão a determinadas doenças. No entanto, o trigo, plantado após a safra de soja, é semeado entre a segunda quinzena de fevereiro e a segunda quinzena de março, estando sujeito ao estresse hídrico devido aos veranicos e ao decréscimo das chuvas a partir de abril, afetando diretamente seu rendimento. Esse efeito é verificado principalmente em Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal (Sidra, 2022; Conab, 2021).

Azospirillum brasilense é uma espécie de bactéria diazotrófica que além fixar nitrogênio, promove o desenvolvimento das plantas por meio da síntese de reguladores de crescimento fitormônios (Bashan et al., 2004; Bashan; Holguin, 1997; Dobbelaere et al., 2001). A inoculação com *A. brasilense* possibilita o maior desenvolvimento do sistema radicular, pois aumenta a ramificação radicular e a densidade de pelos radiculares, amplificando a biomassa

radicular, que, por sua vez, pode ampliar o volume de solo explorado pelas raízes, permitindo que haja um incremento na capacidade de absorção de água e nutrientes, levando a uma tolerância a estresses como a seca (Hungria et al., 2015; Saharan; Nehra, 2011). Diversos estudos avaliaram o efeito da inoculação com *Azospirillum* a uma maior tolerância ao estresse hídrico em diferentes culturas como milho (Bano et al., 2013), *Arabidopsis thaliana* (Cohen et al., 2015) e Brassicas (Saeed et al., 2016). Esses estudos demonstraram um aumento da biomassa da planta, alteração da arquitetura da raiz, estímulo da atividade fotossintética e produção de pigmentos fotoprotetores, e/ou decréscimo na taxa de perda de água em correlação com o incremento dos níveis de ácido abscísico (ABA), ativação de genes de sinalização ABA-dependentes, além do aumento dos níveis de prolina e teor relativo de água na folha e decréscimo na condutância estomática (Bano et al., 2013; Cohen et al., 2015; Saeed et al., 2016). Considerando esses efeitos, sugere-se que a inoculação com *A. brasilense* pode ser uma opção de manejo para minimizar os efeitos do estresse hídrico (Hungria et al., 2010). Assim sendo, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* em trigo cultivado em sistema de plantio sequeiro.

Material e métodos

Os experimentos foram implantados na Embrapa Cerrados (15° 35' 55.1" S, 47° 42' 27.4" W) e na Fazenda Araçá Vermelho (15°50' 56.3616" S, 047° 35' 12.5203" W), região da Cooperativa Agropecuária da Região do Distrito Federal (Coopa-DF), ambas localizadas em Planaltina, DF. A Região apresenta, segundo a classificação Köppen, clima do tipo Aw com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média de 22 °C. As áreas experimentais estão sob um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa.

Os ensaios de trigo sequeiro (safrinha) foram conduzidos em 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021. Os experimentos foram semeados na segunda quinzena de março e colhidos em agosto. Em 2017, foram testadas quatro cultivares lançadas para a região do Brasil Central (BR 18 - Terena; BRS 404; BRS 264; BRS 394) e a linhagem PF 100368, a partir de 2018, foi acrescentado a cultivar MGS - Brilhante. Os ensaios foram implementados em parcelas de cinco linhas de 6 m (área total da parcela de 6 m²), com delineamento experimental de blocos casualizados, seis cultivares, dois tratamentos (inoculado

e não inoculado) e seis repetições. A densidade de semeadura foi de 250 sementes por metro quadrado, o espaçamento entre linhas de 0,20 cm, e a adubação de semeadura consistiu de 250 kg ha⁻¹ de adubo formulado 04-30-16 (N-P₂O₅-K₂O) mais boro e aplicação de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de sulfato de amônio em cobertura, no perfilhamento.

Em 2019, um único ensaio foi conduzido sob irrigação na área experimental na Embrapa Cerrados. O solo também é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa. O ensaio contou com as cultivares BRS 254, BRS 264, BRS 404, BRS 394 e a linhagem CPAC 1019. O ensaio também foi implementado em parcelas de cinco linhas de 6 m (área total de 6 m²), com delineamento experimental de blocos casualizados, seis cultivares, dois tratamentos (inoculado e não inoculado) e seis repetições. A semeadura do experimento foi realizada no início do mês de maio e a colheita foi realizada no mês de setembro. A densidade de semeadura foi de 350 sementes por metro quadrado, o espaçamento entre linhas de 0,20 cm, e a adubação de semeadura consistiu de 450 kg ha⁻¹ de adubo 04-30-16 (N-P₂O₅-K₂O) mais boro e aplicação de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia em cobertura, no perfilhamento. Foi realizada a aplicação via pulverização do regulador de crescimento trinexapaque etílico na dose de 0,5 L ha⁻¹ no aparecimento do primeiro nó visível, visando controle do acamamento. A irrigação foi realizada via pivô-central conforme a necessidade da cultura do trigo, determinada pelo Programa de Monitoramento de Irrigação para o Cerrado, software on-line desenvolvido pela Embrapa Cerrados.

As cultivares foram inoculadas com 100 mL 50 kg⁻¹ sementes com uma mistura das estirpes AbV5 e AbV6 de *Azospirillum brasilense*, conforme recomendação do fabricante do inoculante comercial.

O manejo dos ensaios, como controle de doenças, insetos e plantas daninhas foram realizados uniformemente entre os tratamentos conforme a necessidade da cultura. A colheita foi realizada mecanicamente. A área útil considerada e colhida da parcela foi de 5 m², os grãos foram limpos e posteriormente pesados para a determinação do rendimento.

Os dados climáticos foram obtidos do Laboratório de Biofísica Ambiental da Embrapa Cerrados e do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

Os dados de rendimento de grãos foram submetidos à análise de variância e teste de separação de médias (Tukey 5%).

Resultados e discussão

Clima

Na região do Cerrado, existe uma grande flutuação nas precipitações mensais, assim sendo, a precipitação média não é considerada um índice confiável para estimar a disponibilidade hídrica mensal (Assad et al., 1993; Silva et al., 2008). Espera-se uma precipitação de ~550 mm desde a semeadura do trigo sequeiro (fevereiro) até a colheita (junho/julho), mas, durante a maior parte da estação de cultivo do trigo (março/junho), os dados de aproximadamente 30 anos registraram uma média inferior a 400 mm (Silva et al., 2008; Marcuzzo et al., 2014). Essa precipitação (<400 mm) está próxima do limite inferior das necessidades de água do trigo, que variam entre 450 e 650 mm para maiores rendimentos, dependendo do clima e da duração do período de crescimento (Doorenbos; Kassan, 1979). Segundo McKenzie e Woods (2011), o trigo necessita de 100 a 125 mm de água da germinação até a fase reprodutiva e, a partir desta fase, de 50 a 60 mm até o enchimento de grão. No entanto, no Brasil, a mudança da época de semeadura do trigo para um período com maior disponibilidade hídrica não é recomendada, pois isso aumentaria o risco de perdas na produtividade/qualidade dos grãos, resultaria em competição com as culturas de verão, exigiria maior tolerância ao calor e multiplicaria as chances de ocorrência de doenças como a brusone do trigo (Pereira et al., 2019).

Em 2017, embora as chuvas tenham sido bem distribuídas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, o volume da precipitação foi baixo. Nos 30 dias anteriores ao plantio, choveu apenas 63 mm e durante todo o ciclo choveu 138 mm (Figura 1). Essa baixa precipitação, afetou o crescimento e desenvolvimento do trigo (Figura 2A), quando comparado a 2018 (Figura 2B), consequentemente obtivemos um rendimento de 800 a 930 kg ha⁻¹ (Tabela 1), bem abaixo da média esperada para sequeiro na região do Distrito Federal, que, em geral, está em torno de 1.600 kg ha⁻¹. O rendimento foi tão baixo que não foi encontrada diferença estatística nem mesmo entre os rendimentos das cultivares (Tabela 1). Assim sendo, esses dados foram desconsiderados para a avaliação final.

Em 2018, a distribuição de chuva foi adequada (Figura 3A), choveu 195 mm no mês anterior ao plantio e, após essa data, houve uma precipitação total de 229 mm durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Nesse ano, o rendimento médio entre as

cultivares foi acima de 2 mil quilogramas por hectare, com destaque para a cultivar BRS 404 (Tabela 1). Essa cultivar, em 2018, apresentou uma resposta positiva à inoculação com 14,5% a mais de rendimento quando inoculada, por outro lado, com a inoculação, a cultivar BRS 394 apresentou uma queda de 11,4% no rendimento (Figura 4A).

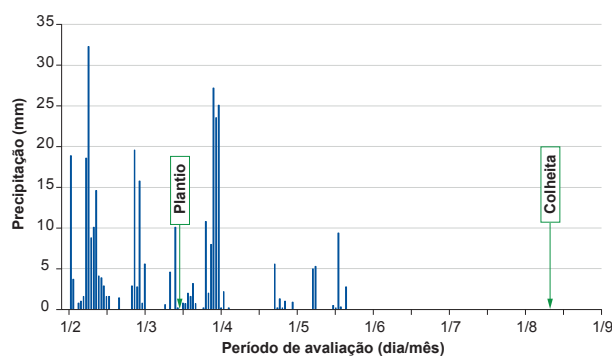


Figura 1. Precipitação diária de fevereiro a agosto na Embrapa Cerrados em 2017. Dados obtidos no Laboratório de Biofísica Ambiental da Embrapa Cerrados.



Fotos: Solange R. M. de Andrade

Figura 2. Detalhe do campo experimental um mês após o plantio: (A) experimento de 2017; (B) experimento de 2018.

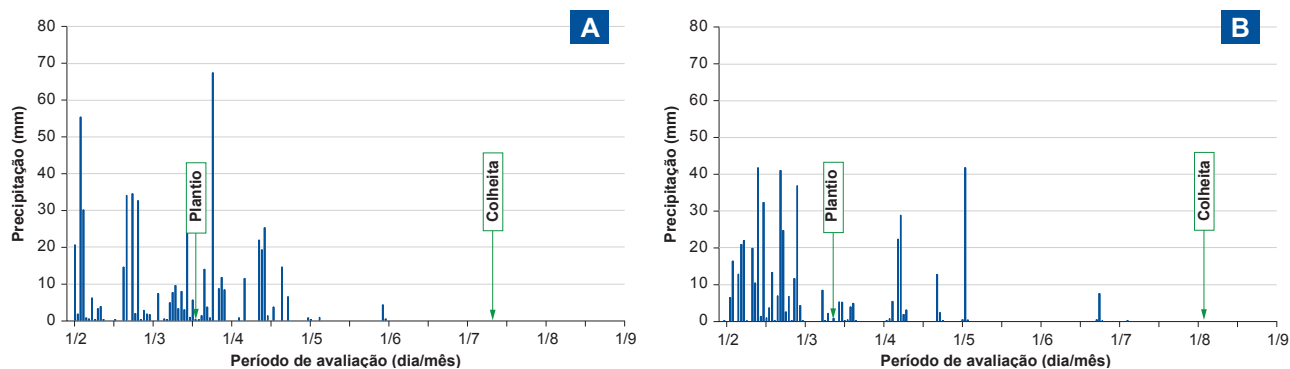


Figura 3. Precipitação diária de fevereiro a agosto na Embrapa Cerrados: (A) em 2018; (B) em 2021. Dados obtidos no Laboratório de Biofísica Ambiental da Embrapa Cerrados.

Tabela 1. Rendimento médio de grãos de trigo sequeiro na Embrapa Cerrados e Fazenda Araçá Vermelho (Coopa-DF) nos plantios de 2017 a 2021.

Local/Ano plantio	Embrapa Cerrados 2017	Embrapa Cerrados 2018	Embrapa Cerrados 2021	Coopa-DF 2020	Coopa-DF 2021
----- (kg/ha) -----					
Inoculação					
Com	861,89 a	2.080,27 a	2.722,50 a	3.281,55 a	3.715,64 a
Sem	865,83 a	2.034,17 a	2.527,37 b	3.298,38 a	3.688,05 a
Cultivares					
BR 18	817,24 a	2.189,50 ab	2.430,88 b	3.090,78 b	3.382,09 d
BRS 404	854,39 a	2.420,67 a	3.272,37 a	3.612,16 a	4.031,14 a
BRS 264	878,35 a	1.959,33 ab	2.556,74 b	3.331,37 b	3.758,65 abc
BRS 394	848,03 a	1.878,33 b	2.046,57 c	3.119,50 b	3.474,77 cd
PF 100368	921,29 a	1.982,67 ab	2.424,72 b	3.349,30 ab	3.692,95 bc
Brilhante	—	1.912,83 b	3.018,32 a	3.226,68 b	3.871,49 ab
Média	863,86	2.057,22	2.624,93	3.289,97	3.701,84
CV1 (%)	13,05	18,17	8,80	6,48	6,31
CV2 (%)	10,42	14,05	8,00	5,52	4,00

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Traço (—): informação não aplicável.

Em 2019, nos meses de abril e maio, houve uma precipitação acima da média em todo o Distrito Federal. Na Embrapa Cerrados, a precipitação foi de 153 mm e na Coopa-DF de 144 mm, sendo a média histórica nesses meses de 115 mm. Como consequência dessa alta umidade, os campos experimentais sofreram um intenso ataque de brusone e os dados foram descartados.

Com exceção do plantio de 2021 na Embrapa Cerrados, em geral, os dados apresentados na Tabela 1 demonstram que não há diferença significativa no rendimento de grãos do trigo inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*. No entanto, na

Figura 4, verifica-se uma diferença percentual no rendimento das cultivares dependendo do local e ano, apresentando um maior rendimento para as cultivares inoculadas (percentual em verde) e nos plantios na Embrapa Cerrados (Figura 4A, 4B e 4E). No entanto, a cultivar BRS 394 (Figura 4A, 4C, 4D e 4F), em geral, apresentou menor rendimento (percentual em vermelho), com exceção do plantio na Embrapa Cerrados em 2021 (Figura 4B). Na Tabela 1, é demonstrada a diferença no rendimento entre as cultivares, com destaque para a BRS 404, cultivar lançada em 2015 para cultivo de sequeiro no Brasil Central (Só e Silva et al., 2016).

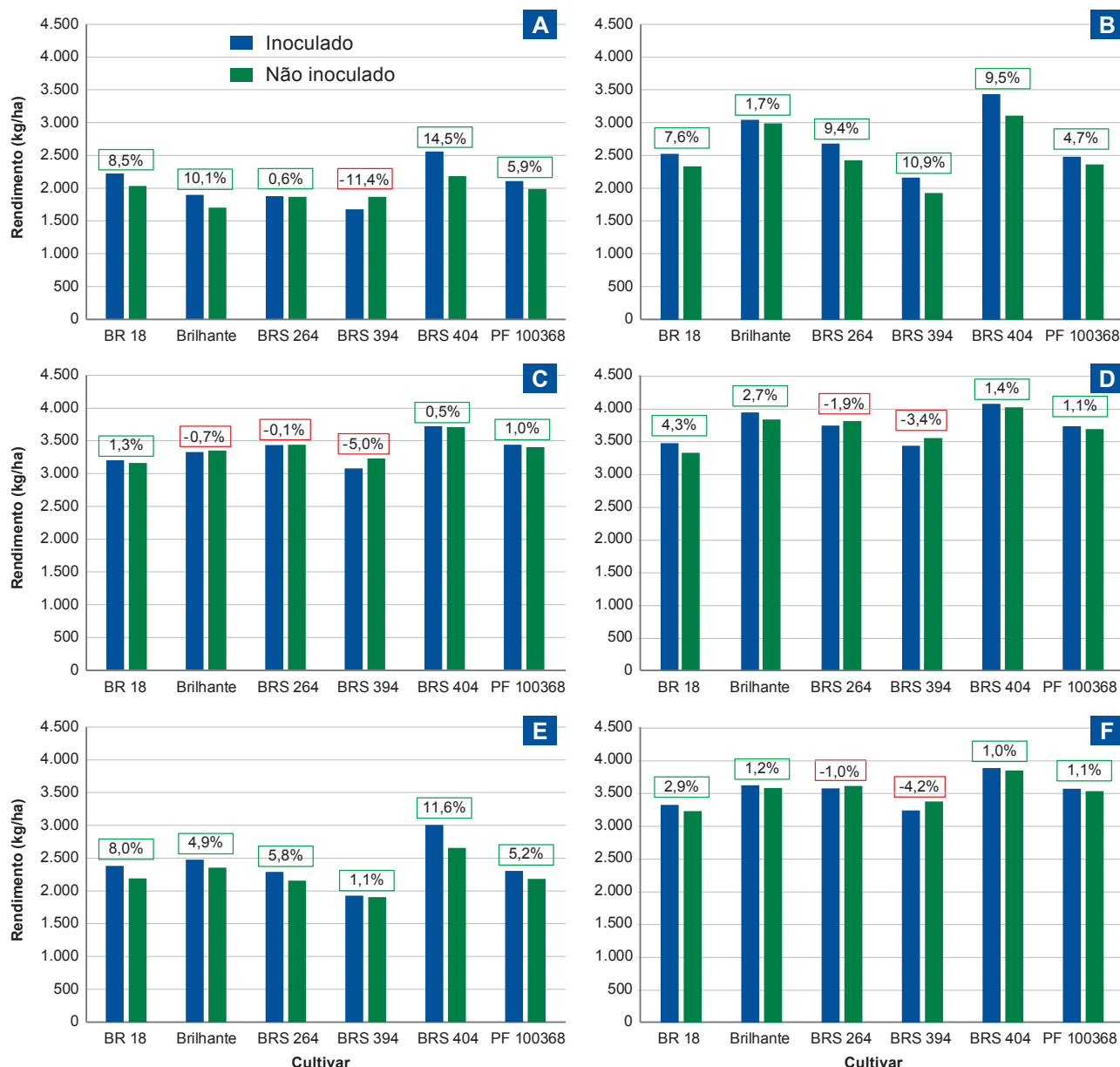


Figura 4. Rendimento de grãos (kg ha^{-1}) em experimentos realizados da segunda quinzena de março a agosto. (A) campo experimental da Embrapa Cerrados em 2018; (B) campo experimental da Embrapa Cerrados em 2021; (C) Fazenda Araçá Vermelho/Coopa-DF em 2020; (D) Fazenda Araçá Vermelho/Coopa-DF em 2021; (E) média de rendimento dos anos 2018 e 2021 da Embrapa Cerrados; (F) média de rendimento dos anos 2020 e 2021 da Fazenda Araçá Vermelho/Coopa-DF. Os valores em verde são o percentual de diferença positiva e em vermelho de diferença negativa entre o inoculado e não inoculado.

Em 2020, o experimento foi instalado apenas na Fazenda Araçá Vermelho (Coopa-DF). Nesse ano, no mês anterior ao plantio, choveu 749 mm na região da Coopa-DF, deixando o solo com bastante reserva. Durante o ciclo de desenvolvimento, choveu 532 mm (Figura 5A). O rendimento de grãos foi acima de 3 mil quilogramas por hectare e baixo efeito da inoculação com *Azospirillum* (Figura 4C e Tabela 1).

Por outro lado, em 2021, a precipitação foi menor, mas mais bem distribuída no ciclo da cultura, sendo que no mês anterior ao plantio, choveu 421

mm na região da Coopa-DF, e, durante o ciclo de desenvolvimento, choveu 111 mm (Figura 5B). Enquanto na Embrapa Cerrados, no mês anterior, choveu 171 mm e durante o ciclo 130 mm (Figura 3B). Nesse ano, no experimento realizado na Embrapa Cerrados, todas as cultivares responderam positivamente à inoculação, variando de 1,7 a 10,9% em incremento no rendimento (Figura 4B). Por outro lado, essas cultivares, em experimentos realizados na Fazenda Araçá Vermelho/Coopa-DF, praticamente não respondem à inoculação, sendo que a cultivar BRS 394 novamente apresentou uma queda

no rendimento de 5,0 a 3,4% em 2020 e 2021, respectivamente (Figura 4C e 4D). Outra observação importante é que a média de rendimento de grãos do trigo cultivado na Fazenda Araçá Vermelho/Coopa-DF foi consideravelmente maior que na Embrapa Cerrados, cerca de 1.200 kg ha⁻¹ (Figura 4E e 4F, Tabela 1). Por fim, em 2021, foi o único ano em que

as médias de rendimento de grãos das cultivares inoculadas e não inoculadas semeadas na Embrapa Cerrados apresentaram um efeito significativo da inoculação com *Azospirillum* (Tabela 1). Os dados demonstram que a resposta à inoculação é afetada pela cultivar, pelo local de plantio e pelo clima.

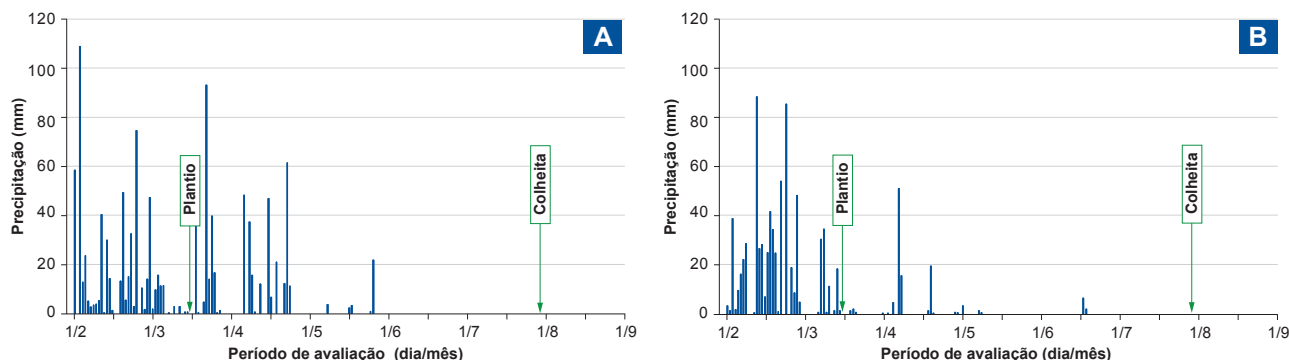


Figura 5. Precipitação diária de fevereiro a agosto na Coopa-DF: (A) em 2020; (B) em 2021.

Fonte: Dados climáticos obtidos no Instituto de Meteorologia.

Essa resposta variável do trigo à inoculação tem sido reportada por diversos autores em ensaios conduzidos em diferentes locais do País (Creus et al., 2004; Hungria et al., 2010; Hungria, 2011; Bazzanezi et al., 2013; Foloni; Bassoi, 2014). Isso sugere uma resposta genótipo-específica e dependente das condições ambientais. Os dados apresentados nos 3 anos de experimento e nos dois locais de avaliação demonstram que essa hipótese é a mais plausível. Embora as cultivares BRS 404 e BR 18 e a linhagem PF 100368 tenham apresentado incremento no rendimento de grãos em ambos os locais, as variações observadas indicam que o fator ambiental também exerce grande efeito sobre as respostas do trigo à inoculação com *A. brasilense*. Por outro lado, em ambos os locais, em quase todos os anos, em geral, a cultivar BRS 394 apresentou respostas contraditórias negativas.

Em 2019, no único experimento visando avaliar o impacto da inoculação em trigo irrigado, embora não tenha havido diferença significativa nos rendimentos de grãos das cultivares inoculadas e não inoculadas, novamente observou-se um ganho percentual na inoculação da cultivar BRS 404 e uma resposta negativa à inoculação da cultivar BRS 394 (Figura 6). Assim sendo, para as condições ambientais do Distrito Federal, os resultados sugerem que os produtores podem inocular as cultivares BRS 404 e BR 18, porém até avaliação em outros locais, devem evitar a inoculação da cultivar BRS 394. Para os demais ambientes do Brasil Central é necessário realizar experimentos específicos para verificar se as cultivares apresentam o mesmo comportamento.

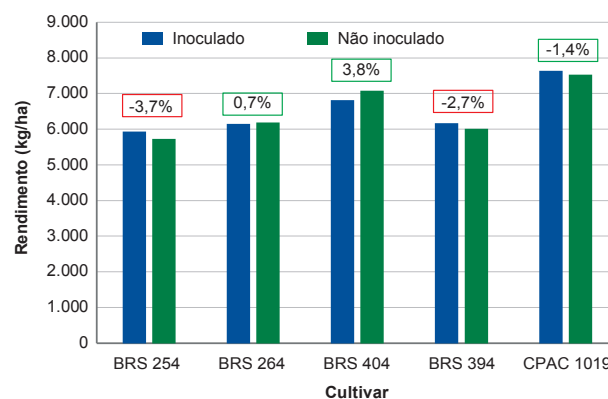


Figura 6. Rendimento (kg ha⁻¹) em experimento realizado de junho a setembro de 2019 em condições de irrigação na Embrapa Cerrados. Os valores em verde são o percentual de diferença positiva e em vermelho de diferença negativa. Os valores em verde são o percentual de diferença positiva e em vermelho de diferença negativa entre o inoculado e não inoculado.

Conclusões

1. Pelos resultados obtidos conclui-se que a resposta do trigo à inoculação por *Azospirillum brasilense* é genótipo e ambiente-dependente.
2. As cultivares BRS 404 e BR 18-Terena respondem positivamente à inoculação nas condições ambientais do Distrito Federal, enquanto a cultivar BRS 394 diminui o rendimento nas mesmas condições.

Referências

- AGÊNCIA BRASÍLIA. **Agro do Quadrado**: Produção de grãos no DF cresce com qualidade no DNA. 2024. Disponível em: <https://www.emater.df.gov.br/agro-do-quadrado-producao-de-graos-no-df-cresce-com-qualidade-no-dna/>. Acesso em: 29 out. 2024.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MASUTOMO, R.; DE CASTRO, L. H. R.; DA SILVA, F. A. M. Veranicos na região dos cerrados brasileiros frequência e probabilidade de ocorrência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 9, p. 993-1003, 1993.
- BANO, Q.; ILYAS, N.; BANO, A.; ZAFAR, N.; AKRAM, A.; HASSAN, F. Ul. Effect of *Azospirillum* inoculation on maize (*Zea mays* L.) under drought stress. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, S1, p. 13-20, 2013.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. *Azospirillum* – plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 43, p. 103-121, 1997.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L. E. *Azospirillum*-plant: relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 50, p. 521-577, 2004.
- BAZZANEZI, A. N.; SANDINI, I. E.; PACENTCHUK, F.; NOVAKOWISKI, J. H.; VIDAL, V.; KAMINSKI, T. H. Produtividade de trigo e seus componentes com inoculação de *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas* spp. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 6., 2012, Londrina. Informações técnicas para trigo e triticales - safra 2013. Londrina: IAPAR, 2013.
- COHEN, A. C.; BOTTINIA, R.; PONTINA, M.; BERLIA, F. J.; MORENOA, D.; BOCCANLANDROA, H.; TRAVAGLIAC, C. N.; PICCOLIA, P. C. *Azospirillum brasilense* ameliorates the response of *Arabidopsis thaliana* to drought mainly via enhancement of ABA levels. **Physiologia Plantarum**, v. 153, p. 79-90, 2015.
- CONAB. **Série histórica das safras**: trigo. Brasília, DF, abr. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-dassafas?start=30>. Acesso em: 17 jan. 2022.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 11, n. 6, 2024. Brasília, DF, abr. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 abr. 2024.
- CREUS, C. M.; SUELDO, R. J.; BARASSI, C. A. Water relations and yield in *Azospirillum*-inoculated wheat exposed to drought in the field. **Canadian Journal of Botany**, v. 82, p. 273-281, 2004.
- DE MORI, C.; TOSTO, S. G.; HIRAKURI, M. H. Caracterização e avaliação econômica de sistemas de cultivo de trigo nos biomas Pampa, Mata Atlântica e Cerrado. In: TÔSTO, S. G.; BELARMINO, L. C.; CASTRO, G. S. A.; MANGABEIRA, J. A. C.; SILVA, O. F. (org.). **Caracterização e avaliação econômica de sistemas de produção e cultivo de grãos em biomas brasileiros**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 194-228.
- DOBBELAERE, S.; CROONRNBOGHES, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, p. 871-879, 2001.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. **FAO Irrigation and drainage paper**, v. 33, p. 257, 1979.
- FABBRI, F. Trigo: apesar da expectativa do menor estoque final global da última década, os preços estão em queda no Brasil. **Carta Grãos**, n. 130, 2023. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/cartas/56899/>. Acesso em: 15 abril 2024.
- FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C. Cultivares de trigo submetidas à inoculação de sementes com *Azospirillum* e doses de nitrogênio em diferentes condições edafoclimáticas do Paraná. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 8., 2014, Canela. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014.
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Science**, v. 6, p. 811-817, 2015.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yield of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**, v. 331, p. 413-425, 2010.
- INDEX MUNDI. **Wheat production by country**, 2024. Disponível em: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/wheat-production-by-country>. Acesso em: 15 abril 2024.
- JESUS JÚNIOR, C. de; SIDONIO, L.; MORAES, V. E. G. de. Panorama das importações de trigo no Brasil. **BNDES Setorial**, n. 34, p. 389-420, 2011. Disponível

em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1602>. Acesso em: 12 maio 2020.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D. Tendência do número de dias de chuva no estado do Tocantins e a relação dos seus extremos como o índice oceânico Niño. **Boletim de Geografia**, v. 32, n. 1, p. 1-16, 2014.

MCKENZIE, R. H.; WOODS, S. A. **Crop Water Use and Requirements**. Lethbridge: Government of Alberta, 2011. Disponível em: <https://open.alberta.ca/dataset/9a017865-5692-464d-92ac-93b5d50558db/resource/c0d20e0c-9f14-4f6d-8144-b8a6bc3452ba/download/5485851-2011-agri-facts-crop-water-use-requirements-revised-100-561-1-2011-11.pdf>. Acesso em: 29 out. 2024.

PEREIRA, J. F.; CUNHA, G. R. D.; MORESCO, E. R. Improved drought tolerance in wheat is required to unlock the production potential of the Brazilian Cerrado. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 217-225, 2019.

SAEED M, NOSHIN I, ABIDA A, NAVEED R, ROOMINA M, FATIMA B, NAZIMA B. Effect of drought stress on Brassica crops and its mitigation by inoculation of PGPR. **International Journal of Biosciences**, v. 9, p 282-291, 2016.

SAHARAN, B.; NEHRA V. Assessment of plant growth promoting attributes of cotton (*Gossypium hirsutum*) rhizosphere isolates and their potential as bio-inoculants. **Journal of Environmental Research And Development**, v. 5, p. 575-583, 2011.

SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização climática do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 69-88.

SÓ E SILVA, M.; ALBRECHT, J. C.; SOARES SOBRINHO, J.; MORESCO, E.; CHAGAS, J.; CAIERAO, E.; SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L. de; CARGNIN, A.; MIRANDA, M. Z. de; GUARIENTI, E. M.; EICHELBERGER, L.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; ITO, M. A.; SANTANA, F. M.; YAMANAKA, C. I.; BRÁZ, A. J. B. P. BRS 404: wheat cultivar for rainfed conditions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 1, p. 71-73, 2016.

SOUSA, C. N. A. de; CAIERÃO, E. **Cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e instituições criadoras – 1922 a 2014**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 200 p.

SOUZA, R. G. de. **A trajetória do trigo no Brasil e seu papel nas relações comerciais e institucionais entre Brasil e Argentina**. Brasília, DF: Conab, 2019. 26 p. (Compêndio de Estudos da Conab, v. 18).

TORRES, G. A. M.; FERREIRA, J. R.; BINNECK, E.; MACIEL, J. L. N.; CONSOLI, L. Brusone e produção de trigo no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, e02487, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02487>.

USDA. Foreign Agriculture Service. **Production: Wheat 2023/2024**. Disponível em: <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0410000>. Acesso em: 15 abril 2024.