

Produtividade de trigo irrigado em função de épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar

1

Fernando Shintate Galindo², Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho³, Mariana Gaioto Ziolkowski Ludkiewicz², Lais Meneghini Nogueira², José Mateus Kondo Santini², e Salatiér Buzetti³

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES

⁽²⁾ Estudantes; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Ilha Solteira, São Paulo; fs.galindo@bol.com.br;

⁽³⁾ Professor; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Ilha Solteira, São Paulo.

RESUMO: Recentemente a inoculação via foliar tem sido alvo de pesquisas, no entanto, são escassos os trabalhos nas culturas em geral, principalmente com relação ao melhor momento de aplicação para obtenção de ótimo benefício desta inoculação sobre o desempenho agronômico da cultura do trigo. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de épocas de aplicação de *A. brasilense* via foliar, nos componentes de produção e produtividade de grãos de trigo irrigado no Cerrado. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, sendo que os tratamentos foram: Testemunha (sem inoculação), aplicação foliar aos 12, 24, 36, 48 e 60 dias após emergência (d.a.e.) das plântulas de trigo de *A. brasilense* estíples Abv5 Abv6 (garantia de 2×10^8 UFC ml⁻¹) via foliar por meio de bomba de gás carbônico com vazão de 300 L ha⁻¹ na dose de 0,250 L ha⁻¹ de inoculante (líquido). A inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar, independentemente da época de aplicação, não afetou a altura de planta, comprimento de espiga, números de espiguetas por espiga e de grãos chochos, massa de 100 grãos, massa hectolítrica, número de espigas por metro e produtividade de grãos de trigo irrigado.

Termos de indexação: *Triticum aestivum*, componentes de produção, Cerrado

INTRODUÇÃO

A região do Cerrado do Brasil Central tem grande potencial para a expansão da cultura de trigo, por oferecer ótimas condições de clima e solo, posição estratégica de mercado e capacidade de industrialização, além de poder ser colhido na entressafra da produção dos estados do Sul e da Argentina e, com características superiores de qualidade industrial para panificação. A produção final da cultura é definida em função do cultivar utilizado, da quantidade de insumos e das técnicas de manejo empregadas (Teixeira Filho et al., 2011).

Na cultura do trigo irrigado, na região Centro-Oeste, a maior parte do custo de produção da lavoura é com a compra de adubo (14%), com

destaque para os adubos nitrogenados, seguido da semente com 12,5% do custo de produção da cultura (Cánovas & Silva, 2000).

As projeções são de que, nos próximos anos, haverá um incremento substancial no uso de fertilizantes no Brasil para atender à intensificação da agricultura e à recuperação de áreas degradadas. É fundamental, portanto, encontrar alternativas para o uso mais eficiente dos fertilizantes e, nesse contexto, alguns microrganismos, como as bactérias fixadoras de N atmosférico e as bactérias promotoras do crescimento de plantas podem desempenhar um papel relevante e estratégico para garantir altas produtividades a baixo custo e com menor dependência da importação de adubos (Hungria, 2011).

Recentemente a inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar tem sido alvo de pesquisas, no entanto, são escassos os trabalhos com inoculação via foliar nas culturas em geral, principalmente com relação ao melhor momento de aplicação para obter melhor desempenho agronômico da cultura do trigo. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de épocas de aplicação de *A. brasilense* via foliar, nos componentes de produção e produtividade de grãos de trigo irrigado no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, localizada em Selvíria – MS, com altitude de 335 m. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura argilosa, segundo classificação da Embrapa (2013), o qual foi cultivado por culturas anuais há mais de 27 anos, sendo nos últimos 10 anos em sistema plantio direto e a cultura anterior à semeadura do trigo foi o milho. A precipitação durante o ciclo da cultura foi de 152,3 mm, enquanto que a temperatura média e a umidade relativa do ar média foram de 22,9 °C e 67,4%, respectivamente. O tipo climático na região é Aw, segundo Köppen caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Os atributos químicos do solo na camada arável

determinados antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001) apresentaram os seguintes resultados: 13 mg dm⁻³ de P (resina); 6 mg dm⁻³ de S-SO₄; 23 g dm⁻³ de M.O.; 4,8 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al = 2,6; 13,0; 8,0 e 42,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 5,9; 30,0; 93,9 e 1,0 mg dm⁻³, respectivamente; 0,24 mg dm⁻³ de B (água quente) e 36% de saturação por bases. Com base na análise de solo e com o intuito de elevar a saturação por bases a 70%, conforme recomendação de Cantarella et al. (1997), foram aplicados 2,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 88%), 65 dias antes da semeadura do milho, cultura antecessora ao trigo.

Na adubação de semeadura do trigo foram fornecidos 400 kg ha⁻¹ da 08-28-16, o que equivale a 32 kg ha⁻¹ de N, 112 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 64 kg ha⁻¹ de K₂O para todos os tratamentos, baseado na análise do solo e na exigência da cultura do trigo. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no dia 26/06/2014, 35 d.a.e., utilizando-se 100 kg ha⁻¹ de N, tendo-se como fonte a ureia (45% de N). A aplicação foi realizada manualmente, distribuindo-se o fertilizante sobre a superfície do solo (sem incorporação), ao lado e aproximadamente 8 cm das fileiras, a fim de se evitar o contato do fertilizante com as plantas. Após a adubação de cobertura a área foi irrigada por aspersão (lâmina de 13 mm) para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, sendo que os tratamentos foram: Testemunha (sem inoculação), aplicação foliar aos 12, 24, 36, 48 e 60 dias após emergência (d.a.e.) das plântulas de trigo de *A. brasiliense* estirpes Abv5 Abv6 (garantia de 2x10⁸ UFC ml⁻¹) via foliar por meio de bomba de gás carbônico com vazão de 300 L ha⁻¹ na dose de 0,250 L ha⁻¹ de inoculante (líquido) e pontas do pulverizador do tipo leque. A condução do experimento foi em sistema plantio direto e foi utilizado o cultivar de trigo CD 116.

A semeadura mecânica foi realizada no dia 16/05/14, com emergência de plântulas 6 dias após semeadura, no dia 22/05/2014, sendo semeadas 80 sementes por metro. A área foi irrigada por um sistema de aspersão do tipo pivô central, com lâmina de água média de 13 mm e turno de rega de aproximadamente 36 horas. No tratamento de sementes foram utilizados fungicidas compostos quimicamente de Carbendazim + Thiran (45 + 105 g i.a. 100 por 100 kg de semente) e o inseticida Imidacloprido + Thiodicarb (45 + 135 g i.a. por 100 kg de semente). O manejo de plantas daninhas foi efetuado com a aplicação do herbicida Metsulfuron Methyl (3,0 g ha⁻¹ do i.a.) em pós-emergência. A colheita foi efetuada manualmente no dia

09/09/2014, 110 dias após a emergência do trigo.

Foram realizadas as seguintes avaliações: a) Comprimento de espiga; b) Altura de planta, definida como sendo à distância (m) do nível do solo ao ápice da espiga, excluindo-se as aristas; c) Número de espigas por metro, determinado pela contagem de espigas em um metro de fileira na área útil de cada parcela no momento da colheita; Foram coletadas 10 espigas de trigo na ocasião da colheita de cada tratamento para contagem do: d) Número de espiguetas por espiga; e) Número de grãos chochos; f) Massa de 100 grãos, determinada em balança de precisão 0,01g, convertida a 13% de umidade (base úmida); g) Massa hectolítrica, obtida em balança de 0,25 L, corrigida a 13% de umidade e posteriormente convertida em kg 100 L⁻¹; e h) Produtividade de grãos, determinada pela coleta das plantas contidas nas 6 linhas úteis de cada parcela. Após a trilha mecânica, os grãos foram quantificados e os dados transformados em kg ha⁻¹ a 13% de umidade (base úmida).

A análise estatística foi realizada por meio do programa SISVAR. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e teste de Tukey para comparação da não aplicação (testemunha) e das épocas de aplicação de *Azospirillum brasiliense* via foliar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A época de aplicação de *Azospirillum brasiliense* via foliar não influenciou significativamente a altura de planta, o comprimento de espigas, os números de espiguetas por espiga e de grãos chochos, a massa de 100 grãos, a massa hectolítrica, o número de espigas por metro e a produtividade de grãos de trigo (Tabela 1), não diferindo inclusive do tratamento em que não foi efetuada a aplicação de *A. brasiliense* (testemunha). Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Barbieri et al. (2012), que concluíram que a inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* não interferiu na altura de plantas, matéria seca, número de grãos por espiga, massa hectolítrica, massa de 1000 grãos e na produtividade de grãos de trigo irrigado na região do Cerrado.

Resultado semelhante foi obtido por Rodrigues et al. (2012), que verificaram que a inoculação com *A. brasiliense* não influenciou a altura de plantas, matéria seca, o número de espigas por m², número de grãos por espiga, massa hectolítrica, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos de trigo irrigado na região do Cerrado, discordando de Bashan et al. (2004), que demonstraram que o *Azospirillum* sp. estimula o crescimento e a produtividade de plantas como o trigo.

Diferentemente dos resultados verificados neste trabalho, Mendes et al. (2011) concluíram que existiu eficiência agronômica no uso da bactéria

Azospirillum brasiliense para a cultura do trigo, onde a massa hectolítrica e a produtividade de grãos de trigo foram influenciados positivamente pelo uso de *Azospirillum brasiliense*, via tratamento de sementes e ainda segundo os autores, os tratamentos não reduziram os parâmetros de qualidade de farinha do trigo. Portugal et al. (2012), estudando aplicação via foliar de *A. brasiliense* na cultura do milho verificaram que o teor de N foliar, população final de plantas e a produtividade de grãos foram maiores quando houve a inoculação desta bactéria via foliar.

Tarumoto et al. (2012), analisando a inoculação com *Azospirillum brasiliense* e tratamento de sementes com defensivos agrícolas na produtividade de trigo irrigado na região do Cerrado, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, também não verificaram influência da inoculação nos componentes de produção e a produtividade da cultura do trigo irrigado. Entretanto, Santa et al. (2008) constataram efeitos significativos sobre a produtividade de grãos de trigo (em média de 23,9% em relação à testemunha) no tratamento inoculado *Azospirillum brasiliense*, com e sem a adição de fertilização nitrogenada. Por sua vez, Ferreira et al. (2014) não verificaram efeito de doses de inoculações foliares com *A. brasiliense* e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo irrigado na região do Cerrado, e ainda segundo os autores, ainda se encontram inconsistentes e escassos trabalhos que evidenciam alguma interação simbiótica via foliar em gramíneas, que possam evidenciar respostas significativas que mostrem a viabilidade ou a tendência de a bactéria diazotrófica penetrar no tecido da planta e processar o nitrogênio em seu interior, obtendo algum incremento de produtividade.

Uma possível explicação para o não efeito das inoculações foliares com *A. brasiliense* é que a cultura do trigo foi cultivada em área de plantio direto consolidado há mais de 10 anos, ou seja, nesta fase ocorrem maior fornecimento e disponibilidade de nutrientes como N, P, S e Cu, uma vez que nesta fase do sistema plantio direto, existe o incremento dos teores de matéria orgânica e da mineralização e ciclagem de nutrientes.

Segundo Baldani et al. (1999) e Bashan et al. (2004) a ocorrência e a atividade destas bactérias no solo e na planta são fortemente influenciadas por estresses físicos (baixa umidade e alta temperatura), químicos (acidez e baixos teores de nutrientes e carbono) e biológicos (espécie vegetal não-hospedeira). Portanto, pode-se inferir que a inoculação com *A. brasiliense* via foliar nas diferentes épocas de desenvolvimento da cultura do trigo irrigado, não foi eficiente na fixação de N₂ e produção de fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes nestas condições

edafoclimáticas, a ponto de incrementar de forma significativa a nutrição, crescimento e produtividade desta cultura. Por isso, mais pesquisas desse tipo são necessárias, principalmente em solos menos férteis e em cultivos sem irrigação.

CONCLUSÕES

A inoculação com *Azospirillum brasiliense* via foliar, independentemente da época de aplicação, não afetou a altura de planta, comprimento de espiga, números de espiguetas por espiga e de grãos chochos, massa de 100 grãos, massa hectolítrica, número de espigas por metro e produtividade de grãos de trigo irrigado.

REFERÊNCIAS

- BALDANI, J. I.; AZEVEDO, M.S. de; REIS, V. M. et al. Fixação biológica de nitrogênio em gramíneas: avanços e aplicações. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S. et al. (Ed.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA-DCS, 1999. p. 621-666.
- BARBIERI, M. K. F.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. et al. Nitrogênio em cobertura e inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* em trigo irrigado em sistema de plantio direto. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 6, Londrina – PR. Anais. IAPAR, 2012 p.1-5 (CD-ROM).
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G; de-BASHAN, L. E. *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology, 50:521-577, 2004.
- CÁNOVAS, A. D. & SILVA, O. F. Aspectos econômicos da cultura do trigo em Goiás. Safra: Revista do Agronegócio, 1:22-24, 2000.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. et al. Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997, 285p. (Boletim técnico, 100).
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3a ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353p.
- FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; ARF, O. et al. Inoculação com *Azospirillum brasiliense* e nitrogênio em cobertura no trigo em região de Cerrado. Tecnologia & Ciência Agropecuária, 8:27-32, 2014.
- HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2011. 37p. (EMBRAPA SOJA. Documentos, 325).
- MENDES, M. C.; ROSARIO, J. G.; FARIA, M. V.; et al. Avaliação da eficiência agronômica de *Azospirillum*

brasileiro na cultura do trigo e os efeitos na qualidade da farinha. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 4:95-110, 2011.

PORTEGAL, J. R.; ARF, O.; LONGUI, W. V. et al. Inoculação com *Azospirillum brasiliense* via foliar associada à doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, Águas de Lindóia-SP. Anais. Campinas: IAC/ABMS, 2012. p. 1413-1419 (CD-ROM).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285p.

RODRIGUES, M.; ARF, O.; BARBIERI, M. K. F. et al. Inoculação com *Azospirillum brasiliense* e aplicação de regulador vegetal em trigo irrigado no cerrado. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 6, Londrina – PR. Anais. IAPAR, 2012 p. 1-5 (CD-ROM).

SANTA, O. R. D.; SANTA, H. S. D.; FERNÁNDEZ, R. et al. Influência da inoculação de *Azospirillum* sp. em trigo, cevada e aveia. Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, 4:197-207, 2008.

TARUMOTO, M. B.; VAZQUEZ, G. H.; ARF, O. et al. Inoculação com *Azospirillum brasiliense* e tratamento de sementes com defensivos agrícolas na produtividade de trigo irrigado na região do cerrado. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 6, Londrina – PR. Anais. IAPAR, 2012 p. 1-5 (CD-ROM).

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZZETTI, S; ANDREOTTI, M. et al. Application times, sources and doses of nitrogen on wheat cultivars under no-till in the Cerrado region. *Ciência Rural*, 41:1375-1382, 2011.

Tabela 1. Altura de plantas, comprimento de espigas, número de espiguetas por espiga, número de grãos chochos, massa de 100 grãos, massa hectolítrica, número de espigas por metro e produtividade de grãos de trigo, em função da época de aplicação de *Azospirillum brasiliense* via foliar. Selvíria – MS, 2014.

Épocas de aplicação	Alt. de planta (cm)	Comprimento de espigas (cm)	Espiguetas por espiga	Grãos chochos	Massa de 100 grãos (g)	Massa hectolítrica (kg 100 L ⁻¹)	Esp. por metro	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Testemunha	85,10 a	7,17 a	13,93 a	2,08 a	3,95 a	84,84 a	87,00 a	3436,77 a
12 d.a.e.	85,35 a	7,22 a	14,00 a	2,15 a	3,90 a	84,13 a	86,25 a	3107,73 a
24 d.a.e.	86,65 a	7,48 a	14,53 a	1,83 a	3,72 a	83,87 a	90,00 a	3264,93 a
36 d.a.e.	86,60 a	7,42 a	14,55 a	2,05 a	3,77 a	84,59 a	93,50 a	3429,82 a
48 d.a.e.	85,05 a	7,17 a	14,23 a	1,98 a	4,08 a	84,19 a	84,75 a	3235,32 a
60 d.a.e.	86,85 a	7,12 a	13,90 a	2,13 a	3,82 a	84,22 a	95,25 a	3292,02 a
Média Geral	85,93	7,26	14,19	2,03	3,87	84,31	89,46	3294,43
C.V. (%)	3,46	3,13	4,05	16,39	5,47	0,58	11,92	9,02

Médias seguidas de letra iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Testemunha: sem aplicação de *Azospirillum brasiliense*.