

# Épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar afetando a produtividade da cultura do trigo irrigado

Fernando Shintate Galindo<sup>1</sup>, Mariana Gaioto Ziolkowski Ludkiewicz<sup>2</sup>, João Leonardo Miranda Bellote<sup>3</sup>, José Mateus Kondo Santini<sup>1</sup>, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>4</sup> e Salatiér Buzetti<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduandos em Agronomia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, CP 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil (fs.galindo@bol.com.br; santinijmk@gmail.com) <sup>2</sup>Graduanda em Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira (mariana.gaioto@gmail.com) <sup>3</sup>Graduando em Agronomia UNESP, Campus de Ilha Solteira (jl.bellote@bol.com.br) <sup>4</sup>Professores Dr. Departamento de Engenharia Rural, Fitossanidade e Solos, UNESP, Campus de Ilha Solteira (mcmteixeirafilho@agr.feis.unesp.br; sbuzetti@agr.feis.unesp.br)

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 agrônômico 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* estirpes Abv5 Abv6 (garantia de  $2 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>) via foliar por meio de bomba de gás carbônico com vazão de 300 L ha<sup>-1</sup> na dose de 0,250 L ha<sup>-1</sup> 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.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, bactéria diazotrófica, componentes de produção, Cerrado.

## Leaf application times of *Azospirillum brasilense* in yield of wheat irrigated

Abstract - Recently inoculation with *Azospirillum brasilense* in foliar application has been the subject of research, however, there are few studies with inoculation in the leaf of crops in general, mainly regarding the best time of application for obtaining optimum benefit of this inoculation on the agronomic performance of the wheat crop. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of application times of *A. brasilense* foliar, in the yield components and grains yield of irrigated wheat in the Brazilian Cerrado. The experimental design was a randomized blocks with six treatments and four replications, and the treatments were: control (without inoculation), leaf application at 12, 24, 36, 48 and 60 days after emergence (dae) of wheat plantlet of *A. brasilense* strains Abv5 Abv6 (guarantee  $2 \times 10^8$  CFU mL<sup>-1</sup>) foliar application through carbon dioxide pump with a flow rate of 300 L ha<sup>-1</sup> at a dose of 0.250 L ha<sup>-1</sup> of inoculant (liquid). Inoculation with *Azospirillum brasilense* foliar, regardless of the application time, did not affect plant height, ear length, number of spikelets per spike and voids grains, mass of 100 grains, hectoliter mass, number of ears per meter and grains yield of irrigated wheat.

Keywords: *Triticum aestivum*, diazotrophic bacteria, foliar application, wheat in 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 da cultivar utilizada, 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).

A bactéria *A. brasilense* tem grande potencial de resposta em associação com gramíneas. O interesse na utilização dessa bactéria capaz de contribuir para a nutrição de plantas tem aumentado e tende a aumentar nos próximos anos, devido ao alto valor financeiro investido anualmente com fertilizantes e em relação ao que se chama de Agricultura Sustentável (Hungria et al., 2010).

Essas bactérias podem atuar no crescimento da planta através da produção de substâncias promotoras de desenvolvimento (auxinas, giberelinas e citocininas) as quais proporcionam melhor crescimento radicular (Okon & Vanderleyden, 1997) e por consequência terão maior absorção de água e nutrientes (Correa et al., 2008) resultando em uma planta mais vigorosa e produtiva (Bashan et al., 2004; Hungria, 2011)

Usualmente a inoculação com *A. brasilense* proporciona incremento de massa seca, de acúmulo de N nas plantas e produtividade de grãos, principalmente se a associação for entre bactéria e genótipos não melhorados e em condições de baixa disponibilidade de N (Okon & Vanderleyden, 1997). O estado nutricional da planta, a qualidade dos exsudatos, a existência de micro-organismos competidores e a escolha da estirpe também são fatores que podem influenciar na interação entre a planta e a bactéria e afetar a eficiência da FBN (Quadros, 2009).

A maioria das respostas positivas, em termos de aumento de produtividade de grãos, à inoculação de *Azospirillum*, são, geralmente observadas em condições subótimas de fertilizantes, especialmente nitrogenados, havendo nesses casos, uso mais eficiente do fertilizante nitrogenado disponível (Fages, 1994).

As pesquisas relacionadas à eficiência do uso de inoculantes a base de *A. brasilense* foram negligenciadas por muitos anos devido à inconsistência dos resultados que vinham sendo obtidos, sendo que recentemente voltaram a ser o foco de muitos pesquisadores em função da necessidade do desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável (Dobereiner, 1992). Cavallet et al. (2000) verificaram que o uso de inoculante no milho além de aumentar em 17% o comprimento médio das espigas também proporcionou incremento significativo na produtividade da cultura. Da mesma forma, Sandini & Novakowski (2011) constataram que a inoculação de *A. brasilense* sem aplicação de nitrogênio de base aumentou em 2048 kg ha<sup>-1</sup> (14,98%) a produtividade do milho. Semelhantemente Basi et al. (2011) verificaram que a inoculação com *A. brasilense* (estirpes Abv5/Abv6) nas sementes ou no sulco de semeadura incrementou a produtividade da cultura do milho, independentemente da dose de N aplicada em cobertura. Para a cultura do trigo em condições experimentais de campo, Rodrigues et al. (2012) e Barbieri et al. (2012) não verificaram resposta a inoculação com *A. brasilense*. Portugal et al. (2012), estudando aplicação via foliar de *A. brasilense* 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 utilização da bactéria e, segundo os autores a inoculação via foliar pode ser uma opção para o produtor que não pode realizá-la via semente. Tais resultados elucidam o grande potencial produtivo e a necessidade de novas pesquisas relacionadas à utilização de *Azospirillum brasilense* nas culturas do milho e trigo na região de Cerrado.

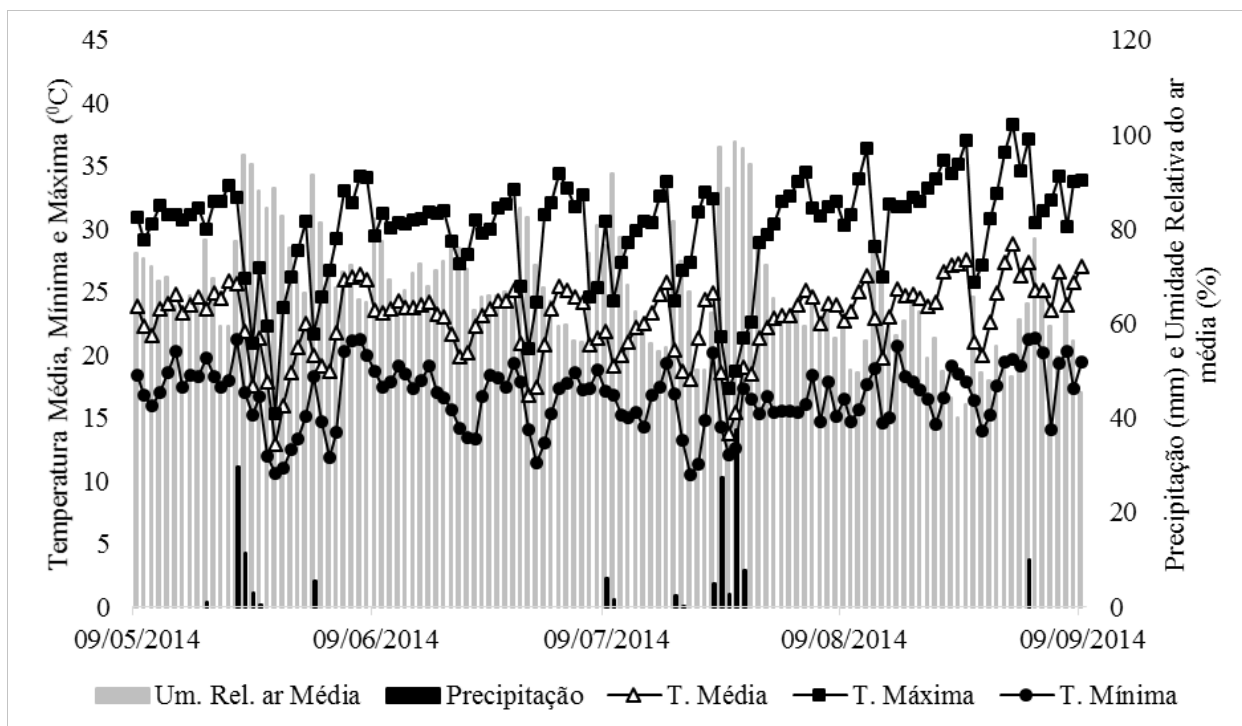
Recentemente a inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar tem sido alvo de pesquisas, no entanto, são escassos os trabalhos com inoculação via foliar nas culturas em geral, principalmente com relação ao melhor momento de aplicação para obter melhor desempenho agrônômico da cultura do trigo. 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

A pesquisa foi conduzida 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 Distroférico, textura argilosa, segundo classificação da EMBRAPA (2013), o qual foi cultivado por culturas anuais há mais de 27 anos, sendo os últimos 10 anos em sistema plantio direto e a cultura anterior à semeadura do milho foi a aveia. O tipo climático na região é Aw, segundo Köppen caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação pluvial durante o ciclo da cultura foi de 152,3 mm, enquanto que a temperatura média e a umidade relativa do ar média foi de 22,9 °C e 67,4%, respectivamente. Os dados climáticos ocorridos durante o experimento constam na Figura 1.

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<sup>-3</sup> de P (resina); 6 mg dm<sup>-3</sup> de S-SO<sub>4</sub>; 23 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 4,8 de pH (CaCl<sub>2</sub>); K, Ca, Mg, H+Al = 2,6; 13,0; 8,0 e 42,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 5,9; 30,0; 93,9 e 1,0 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; 0,24 mg dm<sup>-3</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> da 08-28-16, o que equivale a 32 kg ha<sup>-1</sup> de N, 112 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 64 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> 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.



**Figura 1.** Dados climáticos obtidos junto à estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Período de maio a setembro de 2014.

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* estirpes Abv5 Abv6 (garantia de  $2 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>) via foliar por meio de bomba de gás carbônico com vazão de 300 L ha<sup>-1</sup> na dose de 0,250 L ha<sup>-1</sup> de inoculante (líquido) e pontas do pulverizador do tipo leque. As parcelas do experimento apresentavam 6 m de comprimento com 13 linhas de plantas de trigo espaçadas de 0,17 m, com área útil da parcela as 6 linhas centrais, excluindo-se 0,5 m das extremidades.

O experimento foi conduzido 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. 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<sup>-1</sup> 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 Hectolétrica, obtida em balança de 0,25 L, corrigida a 13% de umidade e posteriormente convertida em kg 100 L<sup>-1</sup>; 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<sup>-1</sup> 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 brasilense* via foliar.

## Resultados e Discussão

A época de aplicação de *Azospirillum brasilense* 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 hectolétrica, 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. brasilense* (testemunha).

**Tabela 1.** Altura de plantas, comprimento de espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos chochos, massa de 100 grãos, massa hectolétrica, número de espigas por metro e produtividade de grãos de trigo afetados pela época de aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar.

Épocas de aplicação	Altura de planta (cm)	Comprimento de espiga (cm)	Espiguetas por espiga	Grãos chochos	Massa de 100 grãos (g)	Massa hectolétrica (kg 100 L <sup>-1</sup> )	Espigas por metro	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha <sup>1</sup>	85,10 a	7,17 a	13,93 a	2,08 a	3,95 a	84,84 a	87,00 a	3437 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	3108 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	3265 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	3430 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 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 a
Média geral	85,93	7,26	14,19	2,03	3,87	84,31	89,46	3294
CV (%)	3,46	3,13	4,05	16,39	5,47	0,58	11,92	9,02

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

<sup>1</sup> Testemunha: sem aplicação de *Azospirillum brasilense*.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Barbieri et al. (2012), que concluíram que a inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* não interferiu na altura de plantas, matéria seca, número de grãos por espiga, massa hectolétrica, 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. brasilense* não influenciou a altura de plantas, matéria seca, o número de espigas por m<sup>2</sup>, número de grãos por espiga, massa hectolétrica, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos de trigo irrigado na região do Cerrado, embora numericamente a produtividade de trigo inoculado proporcionou a obtenção de 394 kg ha<sup>-1</sup> a mais de grãos em relação ao tratamento sem inoculação de sementes, 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 agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense* para a cultura do trigo, onde a massa hectolétrica e a produtividade de grãos de trigo foram influenciados positivamente pelo uso de *Azospirillum brasilense*, 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. brasilense* 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 brasilense* 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 brasilense*, 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. brasilense* 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. brasilense* 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. brasilense* via foliar nas diferentes épocas de desenvolvimento da cultura do trigo irrigado, não foi eficiente na fixação de N<sub>2</sub> 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.

## Conclusão

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 hectolétrica, número de espigas por metro e produtividade de grãos de trigo irrigado.

## Referências

BALDANI, J.I.; AZEVEDO, M.S. de; REIS, V.M.; TEIXEIRA, K.R. dos S.; OLIVARES, F.L.; GOI, S. R.; BALDANI, V.L. D.; DOBEREINER, J. Fixação biológica de nitrogênio em gramíneas: avanços e aplicações. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.; FAQUIN, V.; FURTINNI, A.E.; CARVALHO, J.G. (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.; PORTUGAL, J.R.; RODRIGUES, M.; GITTI, D.C. Nitrogênio em cobertura e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* 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**, v. 50, n. 8, p. 521-577, 2004.

BASI, S.; LOPES, E.C.P.; KAMINSKI, T.H.; PIVATTO, R.A.D.; CHENG, N.C.; SANDINI, I.E. *Azospirillum brasilense* nas sementes e no sulco de semeadura da cultura do milho. In.: Semana de Integração, Ensino, Pesquisa e Extensão **Anais... Guarapuava: Anais da II SIEPE**, 2011. 4 p.

CÁNOVAS, A.D.; SILVA, O.F. Aspectos econômicos da cultura do trigo em Goiás. **Safra: Revista do Agronegócio**, v.1, n. 2, p. 22-24, 2000.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. VAN; CAMARGO, C.E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997, 285p. (Boletim técnico, 100).

CAVALLET, L.H.; PESSOA, A.C. dos S.; HELMICH, J.J.; HELMICH, P.R.; OST, C.F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de**

**Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

CORREA, O.S.; ROMERO, A.M.; SORIA, M.A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum brasilense*-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) ***Azospirillum* ssp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, p. 87-95, 2008.

DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas. In: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M., NEVES, M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.173-180, 1992.

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.

FAGES, J. *Azospirillum* inoculants and field experiments, In: Okon, Y. (Ed.). ***Azospirillum* Plant Associations**. USA: CRC Press. Pp: 88-105, 1994.

FERREIRA, J.P.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; KANEKO, F.H.; NASCIMENTO, V.; SABUNDJIAN, M.T. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e nitrogênio em cobertura no trigo em região de Cerrado. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 3 p. 27-32, 2014.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2011. 37p. (EMBRAPA SOJA. Documentos, 325).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.S.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n.1/2, p. 413–425, 2010.

MENDES, M.C.; ROSARIO, J.G.; FARIA, M.V.; ZOCHE, J.C.; WALTER, A.L.B. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade da farinha. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 4, n.3, p. 95-110, 2011.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **Applied and Environment Microbiology**, v. 6, n. 7, p. 366-370, 1997.

PORTUGAL, J. R.; ARF, O.; LONGUI, W. V.; GITTI, D. C.; BARBIERI, M. K. F.; GONZAGA, A. R.; TEIXEIRA, D. S. Inoculação com *Azospirillum brasilense* 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).

QUADROS, P.D. **Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul.** 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

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

RODRIGUES, M.; ARF, O.; BARBIERI, M.K.F.; PORTUGAL, J.R.; RODRIGUES, R.A.F. Inoculação com *Azospirillum brasilense* 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).

SANDINI, I.; NOVAKOWISKI, H. J. Uso de inoculantes em milho safrinha. In: XI Seminário Nacional de Milho

Safrinha. **Anais...** Lucas do Rio Verde: Anais do XI Seminário Nacional de Milho Safrinha, Fundação Rio Verde, 2011. p. 67-81.

SANTA, O.R.D.; SANTA, H.S.D.; FERNÁNDEZ, R.; MICHELENA, G.; RONZELLI JÚNIOR, P.; SOCCOL, C. R. Influência da inoculação de *Azospirillum* sp. em trigo, cevada e aveia. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4, n. 2, p. 197-207, 2008.

TARUMOTO, M.B.; VAZQUEZ, G.H.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SILVA, P.H.F. Inoculação com *Azospirillum brasilense* 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.; ARF, O.; SÁ, M.E. Application times, sources and doses of nitrogen on wheat cultivars under no-till in the Cerrado region. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p. 1375-1382, 2011.