ADUBAÇÃO NITROGENADA, ADIÇÃO DE GESSO E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* PARA A PRODUÇÃO DE TRIGO EM PLANTIO DIRETO

Leonardo Felipe Camargo Barão (PIBIC/CNPq/UEPG), Alan Jean Rafael Pinto de Oliveira (UEPG), Angelo Rafael Bini (Co-orientador), Eduardo Fávero Caires (Orientador) e-mail: efcaires@gmail.com
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola/Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia

Agronomia/Ciências do solo/Fertilidade do Solo

Palavras-chave: *Triticum aestivum,* bactérias promotoras de crescimento vegetal, nitrogênio, fosfogesso.

Resumo
Um ensaio foi realizado em sistema plantio direto de longa duração para estudar os efeitos da inoculação de sementes de trigo com *Azospirillum brasilense*, do uso de gesso e da aplicação de nitrogênio (N) em cobertura na produtividade de grãos e na Eficiência Agronômica do N (EA) no trigo. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em parcelas subsubdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram empregados os tratamentos sem e com inoculação de *Azospirillum* nas sementes; nas subparcelas foram utilizados dois tratamentos, sem e com gesso (2,7 t ha^{-1}); e nas subsubparcelas foram aplicadas quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg N ha^{-1}), na forma de ureia, em cobertura. O gesso foi distribuído sobre a superfície do solo em uma única aplicação em setembro de 2012. O trigo foi semeado em junho de 2016 e as doses de N foram aplicadas no perfilhamento da cultura. As doses de N em cobertura proporcionaram aumento quadrático na produtividade de trigo apenas na presença de inoculação, ocorrendo redução da EA com o aumento das doses. A inoculação proporcionou aumento da produtividade na presença das dos 40 e 80 kg ha^{-1} de N e aumento da EA. O gesso não alterou a produtividade e a EA do trigo.

Introdução
A obtenção de altas produtividades dos cereais está diretamente relacionada com o adequado fornecimento de nitrogênio (N). As pesquisas sobre fixação biológica de N são tradição no Brasil, e uma das bactérias de maior interesse na atualidade é do gênero *Azospirillum* em associação com gramíneas.
A produtividade de grãos está diretamente relacionada ao N e ao enxofre (S), pois esses nutrientes estão diretamente relacionados com a fotossíntese e a síntese de proteínas (TAIZ & ZAIGER, 2009). Para tanto faz se necessária a manutenção de bons níveis de N e S no solo. Dessa forma, a utilização de gesso agrícola associada ao fornecimento de N via inoculação das sementes com *A. brasilense* e/ou fertilizante mineral pode melhorar a produtividade de trigo.
O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade e a Eficiência agronômica do N em cobertura no trigo sob sistema plantio direto com a inoculação das sementes com *A. brasilense*, a aplicação de gesso agrícola e o emprego de doses de N em cobertura por ocasião do perfilhamento da cultura.

Materiais e Métodos
O experimento foi realizado no município de Ponta Grossa (PR), em um Latossolo Vermelho distrófico textura muito argilosa. Os resultados das análises de solo antes

da instalação do ensaio são mostrados na tabela 1. O delineamento empregado foi o de blocos completos ao acaso em parcelas subsubdivididas, com 3 repetições. Nas parcelas foram empregados dois tratamentos de sementes, sem e com inoculação de *A. brasilense* na dose 2,5 ml kg^{-1} de sementes. Nas subparcelas foram empregados dois tratamentos, sem e com aplicação de gesso agrícola, na dose de 2,7 t ha^{-1}. Nas subsubparcelas foram empregadas quatro doses de N-ureia em cobertura: 0, 40, 80 e 120 kg N ha^{-1}, no perfilhamento da cultura. O gesso foi aplicado em cobertura em setembro de 2012, antes do primeiro cultivo com milho.

TABELA 1. Resultados de análises químicas e granulométricas do solo, em diferentes profundidades, antes da instalação do experimento.

Prof.	pH ($CaCl_2$)	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P[1]	C	S-SO_4^{2-}	V[2]	Areia	Silte	Argila
Cm		-------- $mmol_c\ dm^{-3}$ --------					$mg\ dm^{-3}$	$g\ dm^{-3}$	$mg\ dm^{-3}$	%	-------$g\ kg^{-1}$----------		
0–20	5,2	57,6	0	45	13	2,9	6,1	28	65,8	52	91	349	560
20–40	4,8	72,0	2	25	9	2,4	1,2	26	81,5	34	76	264	660
40–60	4,9	72,0	2	25	8	1,9	0,2	25	77,9	33	79	241	680

[1]P extraído com solução de Mehlich 1. [2]V = Saturação por bases.

O trigo, cv. Sinuelo, foi semeado em 21 de junho de 2016 na sucessão do cultivo de soja. A adubação de base foi de 54 kg ha^{-1} de N e 108 kg ha^{-1} de P_2O_5. Sendo aplicados 120 kg ha^{-1} de K_2O em cobertura.
Após a cultura atingir o ponto de colheita foi realizada colheita manual de 10 m^2 de cada subsubparcela e trilhagem em máquina debulhadora estacionária para fins de determinação de produtividade, corrigindo se a umidade para 130 g kg^{-1}.

Com base na produtividade e nas doses de N aplicado foi calculado a *Eficiência agronômica* (EA, kg kg^{-1}) = $(G_N-G_0)/N_A$, onde, G_N é a produtividade de grãos no tratamento que recebeu determinada dose de N em cobertura (kg ha^{-1}), G_0 é a produtividade de grãos no tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura (kg ha^{-1}) e N_A é a quantidade de N aplicada em cobertura (kg ha^{-1}).

Os resultados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os efeitos da inoculação com *Azospirillum* e da adição de gesso foram comparados pelo teste de Tukey a 5%. Equações de regressão foram ajustadas para os dados obtidos em função das doses de N, adotando-se como critério para a escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de determinação significativos a 5%. No caso de interação significativa entre tratamentos foram realizados desdobramentos.

Resultados e Discussão

Para a produtividade de grãos de trigo, houve interação significativa entre a inoculação com *Azospirillum brasilense* e as doses de N aplicadas em cobertura (Figuras 2A e 2B). A aplicação de gesso não ocasionou alterações significativas no rendimento de grãos de trigo.
As doses de N em cobertura proporcionaram aumento quadrático na produtividade de grãos de trigo somente na presença de inoculação com *Azospirillum*, sendo observada uma produtividade máxima estimada de 3840 kg ha^{-1} com a dose de 64 kg ha^{-1} de N em cobertura (Figura 2A). Aumentos na produtividade de grãos de trigo

em função da adubação nitrogenada em cobertura têm sido relatados em diversos trabalhos (FREITAS et al., 1994, 1995; MELLO, 2012; LOS GALETTO et al.; 2017). Los Galetto et al. (2017) utilizando a mesma fonte de N empregada no presente estudo observou a máxima produtividade da cultura com a dose de 67 kg ha^{-1}. Como a máxima produtividade de trigo foi alcançada com a aplicação de 64 kg ha^{-1} de N em cobertura, mesmo com a utilização de 54 kg ha^{-1} de N na semeadura, sugere-se que as recomendações de N para o trigo em plantio direto sejam revistas, pois as recomendações atuais para essas condições de cultivo seriam de 10-30 kg ha^{-1} de N na semeadura e 30-60 kg ha^{-1} de N em cobertura (EMBRAPA, 2016)

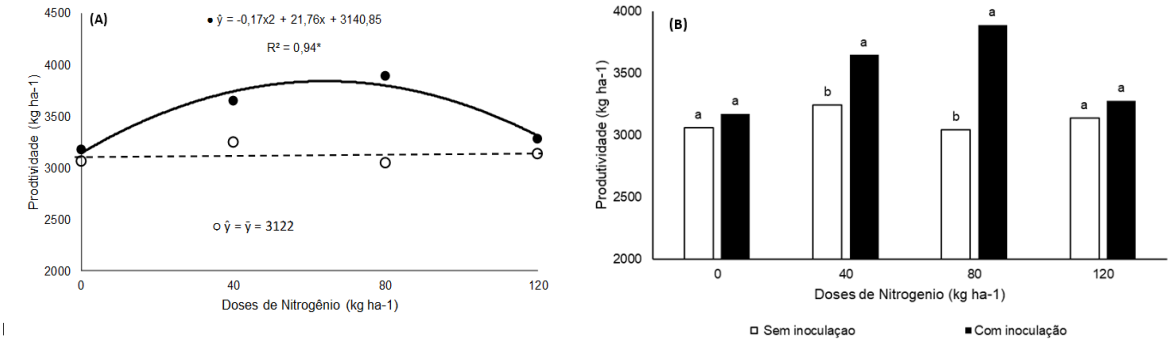


Figura 1. Produtividade de grãos de trigo em função da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de Nitrogênio em cobertura na ocasião do perfilhamento da cultura em sistema plantio direto. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a $P<0,05$. *$P<0,05$.

A inoculação de sementes com *Azospirillum* proporcionou incremento na produtividade de trigo na presença de 40 e 80 kg ha^{-1} de N em cobertura (Figura 2B), demonstrando que para o trigo cultivado em plantio direto consolidado a inoculação não substitui a utilização de N em cobertura. Os benefícios à produtividade do trigo com a utilização de *Azospirillum brasilense* foram observados por Hungria et al. (2010), os quais obtiveram aumento de 27% na produtividade de grãos, na ausência de aplicação de N no perfilhamento da cultura, por meio da utilização das mesmas estirpes de *Azospirillum brasilense* empregadas no presente estudo. Incrementos na produtividade de trigo com a utilização de *Azospirillum* na presença de baixas doses de N também foram relatados por Piccinin et al. (2013).

A ausência de resposta do trigo ao tratamento com gesso agrícola pode estar relacionada ao elevado teor de S no solo encontrado no momento da instalação do experimento juntamente com o fato de a saturação por Ca na CTC efetiva em subsuperfície (20-60 cm) ser superior a 65% (CAIRES & GUIMARÃES, 2016).

Para a eficiência agronômica foram observadas alterações em função da inoculação e das doses de N em cobertura. Para a inoculação foi observado um aumento da eficiência de 1,70 kg de grão/ kg de N (kg kg^{-1}) aplicado para 7,24 kg kg^{-1}. O Nitrogênio proporcionou redução na EA de 8,25; 4,39 e 0,77 kg kg^{-1} para as doses 40;80 e 120 kg ha^{-1} de N respectivamente. O gesso não proporcionou alterações atingindo uma EA média de 4,46 kg kg^{-1}. Os resultados de EA obtidos na presença de inoculação e da menor dose de N apesar de superiores os obtidos nos demais tratamentos estão abaixo dos observados por Ladha et al. (2005) que foi de 18,1 kg kg^{-1}, tal resultado pode ser justificado pela produtividade satisfatória observada na ausência de adubação nitrogenada.

Conclusões

A inoculação das sementes de trigo com *Azospirillum* proporciona benefícios na produtividade de grãos e aumenta a EA da adubação nitrogenada.
A adubação nitrogenada em cobertura aumenta a produtividade de grãos de trigo, somente na presença da inoculação das sementes com *A. brasilense* e o aumento das doses proporciona redução na EA.
O gesso agrícola não proporciona alterações na produtividade e na EA do N na cultura do trigo.

Agradecimentos
Ao CNPq pela concessão da bolsa para a realização do presente estudo; aos colegas do Laboratório de Fertilidade do Solo pelo apoio e auxílio na realização do presente trabalho; A todos que de alguma forma contribuíram e tornaram possível que o trabalho se realizasse.

Referências

CAIRES, E.F.; GUIMARÃES A.M. **Recomendação de Gesso para solos sob plantio direto da região sul do Brasil**. Anais da FERTBIO, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistemas de Produção. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2016.** Disponível em:<https://www.embrapa.br/documents/1355291/1729833/Informacoes+Tecnicas+Trigo+e+Triticale+Safra+2016.pdf >. Acesso em 15/08/2017.

FREITAS, J.G.; CAMARGO, C.E.O.; PEREIRA FILHO, A.W.P.; PETTINELLI JUNIOR, A. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, v. 53, n. 2, p. 281-290, 1994.

FREITAS, J.G.; CAMARGO, C.E.O.; PEREIRA FILHO, A.W.P. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas,v.19, p.229-234, 1995.

LADHA, J.K; PATHAK, H.; KRUPNIK, Z. J.; SIX, J.; KESSEL, C.V. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospect and prospects. **Advances in Agronomy**, v.87, p.1-71, 2005.

LOS GALETTO, S.; BINI, A.R.; HALISKI, A.; SCHARR, D.A.; BORSZOWSKEI, P.R.; CAIRES, E.F. Nitrogen fertilization in top dressing for wheat crop in succession to soybean under a no-till system. **Bragantia,** v. 76, n. 2, p.282-291, 2017.

MELLO, N. Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas culturas de milho e trigo. Passo Fundo, 2012. 98p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo.

PICCININ, G.G.; BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; SCAPIM, C.A.; RICCI, T.T.; BAZO, G.L. Efficiency of seed inoculation with Azospirillum brasilense on agronomic characteristics and yield of wheat. **Industrial Crops and Products.** v. 43, p.393-397, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre, Artmed, 2009. 819p.