



## Macronutrientes no solo após cultivo de trigo em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* associado à corretivos de acidez e doses de nitrogênio.

Castro Alves da Silva Junior<sup>(1\*)</sup>; Fernando Shintate Galindo<sup>(1)</sup>; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>(1)</sup>; Marcelo Rinaldi da Silva<sup>(1)</sup>; Willian Lima Rodrigues<sup>(1)</sup>; Guilherme Carlos Fernandes<sup>(1)</sup>; Antonio Leonardo Campos Biagini<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000 (\*e-mail: castrojunior.agro@gmail.com)

**RESUMO:** A utilização de *Azospirillum brasilense* vêm crescendo em função do potencial de fixação biológica de nitrogênio em gramíneas (FBN). Entretanto, novos estudos são necessário para definir quanto de N mineral pode ser aplicado sem afetar a contribuição da FBN e maximizar a produtividade de grãos, além de determinar o impacto destas práticas na extração e ciclagem de nutrientes no solo, com reflexo na fertilidade do solo. Outra prática que exerce benefícios sobre gramíneas é a utilização do silício, que pode ser benéfico em condições climáticas adversas. Objetivou-se avaliar o efeito da inoculação com *A. brasilense*, associado à doses de N e aplicação de Si na forma de corretivo, avaliando P, K, Ca, Mg, S, H+Al, CTC, V e pH do solo pós cultivo de trigo irrigado. O estudo foi realizado em Selvíria – MS, Brasil em um Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa. O delineamento experimental foi 2 x 5 x 2: duas fontes de corretivo de acidez, cinco doses de N, com e sem inoculação das sementes. A utilização de Si na forma de corretivo de acidez, bem como da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas sementes após cultivo de trigo não afetam os atributos químicos do solo P, K, Ca, Mg, S, H+Al, CTC, V e pH. A aplicação de doses de N até 123 e 70 kg ha<sup>-1</sup> propiciam aumento nos teores de P e K no solo, respectivamente.

**Termos de indexação:** atributos químicos do solo; fixação biológica de nitrogênio em gramíneas; manejo da adubação nitrogenada.

### INTRODUÇÃO

A utilização de novas tecnologias sustentáveis, visando aumento na produtividade e qualidade de alimentos se faz imprescindível na busca de uma agricultura competitiva e de baixa emissão de carbono. Nesse contexto, práticas que busquem mitigar a utilização de insumos e/ou otimizar sua utilização são estratégias que devem ser utilizadas nos sistemas agrícolas. Por isso, a utilização de inoculantes contendo bactérias diazotróficas que promovem o crescimento e incrementam a

produtividade de plantas chamam cada vez mais atenção (GALINDO et al., 2016).

A tecnologia de inoculação de não leguminosas com bactérias promotoras do crescimento de plantas não simbióticas (PGPB), cujo principal representante é *Azospirillum* spp. é também cada vez mais adotado em diversos países, especialmente para culturas como milho e trigo (GALINDO et al., 2017), principalmente em função da possibilidade de aumentar a eficiência da adubação nitrogenada, devido ao alto custo fertilizantes e a conscientização de uma agricultura sustentável e menos poluente. Entretanto, novas pesquisas são necessárias para definir quanto de N mineral pode ser aplicado para atingir níveis satisfatório de FBN com o *Azospirillum brasilense* em gramíneas, visando lucro ao produtor rural e em prol de uma agricultura com menos utilização de insumos (GALINDO et al., 2016).

Outra prática que se insere no contexto sustentável é a utilização do silício, que pode ser benéfico em condições climáticas adversas, como no Cerrado Brasileiro e exerce inúmeros benefícios nas gramíneas, especialmente quando o as plantas são submetidas a estresses bióticos e abióticos. Além disso, o silicato de Ca e Mg, além de corrigir a acidez, eleva os teores de fósforo, cálcio, magnésio e silício e, conseqüentemente, saturação por bases, reduzindo o efeito tóxico ferro, manganês e alumínio (REIS et al., 2008). O Si também pode estimular o crescimento das plantas através da formação de folhas verticais e melhor arquitetura da planta que aumentam a taxa fotossintética, com conseqüente redução do acamamento devido à maior rigidez estrutural dos tecidos, e ainda apresenta outro importante benefício relacionado à redução na taxa de transpiração (REIS et al., 2008).

Diante o exposto, e frente à carência de informações sobre esta interação, acredita-se que possa existir efeito sinérgico entre a inoculação com *A. brasilense* e a aplicação de silício, possibilitando assim, maior eficiência da adubação nitrogenada e conseqüentemente alteração nos atributos químicos do solo pós cultivo de trigo. Desta forma, objetivou-se avaliar os atributos químicos P, K, Ca, Mg, S,



H+Al, CTC, V e pH do solo pós cultivo de trigo irrigado, em função doses de N, aplicação de Si na forma de corretivo de acidez em solo de Cerrado Brasileiro e inoculação com *A. brasilense* na sementes.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Selvíria, MS (22° 22' latitude S e 51° 22' longitude, com altitude de 335 m) durante o cultivo de inverno de 2015. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, segundo Embrapa (2013), cultivada com lavouras anuais há mais de 28 anos, com os últimos 11 anos sob o sistema de plantio direto, e a cultura anterior ao trigo foi o milho.

Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial 2 x 5 x 2 composto por duas fontes corretivas do solo (calcário dolomítico PRNT = 80%, CaO = 28% e MgO = 20% e silicato de Ca e Mg como fonte de Si PRNT = 88%, Ca = 25%, Mg = 6% e Si total = 10%); Cinco doses de N (0,50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>, na forma de ureia) aplicados em cobertura; com e sem inoculação do sementes com *A. brasilense*. As parcelas do experimento de trigo apresentavam 5 m de comprimento com 12 linhas espaçadas por 0,17 m. Os atributos químicos do solo na camada arável foram determinados antes da implementação do experimento em 2015, seguindo a metodologia proposta por Raji et al. (2001). Foram obtidos os seguintes resultados: na camada 0-0,20 m: 9,4 mg dm<sup>-3</sup> Si, 19 mg dm<sup>-3</sup> P (resina); 10 mg dm<sup>-3</sup> de S-SO<sub>4</sub>; 21 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica; pH 5,0 (CaCl<sub>2</sub>); K, Ca, Mg, H + Al e Al = 2,1; 19,0; 13,0; 28,0 e 1,0 mmol<sup>c</sup> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 3,1; 20,0; 27,2 e 0,8 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; 0,17 mg dm<sup>-3</sup> B (água quente) e 55% de saturação por bases.

Com base na análise do solo e com o objetivo de aumentar a saturação por bases para 80%, as doses de 1,94 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico e 1,76 t ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio e magnésio foram aplicados 30 dias antes da semeadura milho, cultivo antecessor ao trigo, à lanço e sem incorporação. Para adubação de semeadura foram utilizados 275 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-28-16, baseado na análise do solo e produtividade esperada da cultura do trigo.

A inoculação da sementes de trigo com a bactéria *Azospirillum brasilense* estirpes Ab-V5 e Ab-V6 (garantia de 2x10<sup>8</sup> unidades formadoras de colônia - UFC/mL), foi realizada na dose de 300 mL de inoculante (líquido) por hectare, uma hora antes da

semeadura e após o tratamento e secagem completa das sementes com inseticida e fungicida. Para o tratamento de sementes, o fungicidas piraclostrobina + tiofanato-metílico (6g + 56g de i.a. por 100 kg de semente) e o inseticida fipronil (62 g de i.a. por 100 kg de semente) foram utilizados.

A semeadura mecânica do cultivar CD1104 foi realizada, sendo semeadas 70 sementes por metro. A emergência das plântulas ocorreu cinco dias após semeadura. A safra de trigo foi irrigada usando um sistema de pivô central, com uma lamina média de 14 mm e um intervalo de irrigação de aproximadamente 72 h. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado conforme Galindo et al. (2017).

Em ocasião de colheita da cultura do trigo, foram coletados cinco amostras de solo por parcela experimental para compor uma amostra representativa da camada de 0-0,20m, utilizando-se um trado tipo caneco. As amostras de solo foram analisadas conforme metodologia proposta por Raji et al. (2001).

### Análise estatística

Os resultados foram avaliados pela análise de variância (teste F) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias dos corretivos de solo (calcário e silicato de Ca e Mg) e da inoculação ou não com *Azospirillum brasilense* e, ajustadas a equações de regressão para o efeito das doses de N, utilizando-se o programa SISVAR.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação com *A. brasilense* não afetou os teores de P, K, Ca, Mg, S, H+Al, CTC, V e pH do solo após cultivo de trigo (**Tabela 1**).

As fontes de corretivo não influenciaram os teores de P, K, Ca, Mg, S, H+Al, CTC, V e pH do solo (**Tabela 1**).

As doses de N influenciaram positivamente o teor de P e K no solo, com ajuste à função quadrática até as doses de 123 e 70 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (**Tabela 1**).

### CONCLUSÕES

A utilização de Si na forma de corretivo de acidez, bem como da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas sementes após cultivo de trigo não afetam os atributos químicos do solo P, K, Ca, Mg, S, H+Al, CTC, V e pH.

A aplicação de doses de N até 123 e 70 kg ha<sup>-1</sup> propiciam aumento nos teores de P e K no solo, respectivamente.



## REFERÊNCIAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3a ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353p.

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; SANTINI, J. M. K.; ALVES, C. J.; NOGUEIRA, L. M.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; ANDREOTTI, M.; BELLOTTE, J. L. M. Corn yield and foliar diagnosis affected by nitrogen fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 40, n. 1, p. e015036, 2016.

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; SANTINI, J. M. K.; ALVES, C. J.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Wheat yield in the Cerrado as affected by nitrogen fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 52, n. 9, p. 794-805, 2017.

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

REIS, M.A.R.; ARF, O.; da SILVA, M.G.; de SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Aplicação de silício em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 30, n. 1, p. 37-43, 2008.



**Tabela 1.** Teores de P, K, Ca, Mg, S, além dos valores de H+Al, Al, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e pH no solo após a cultura do trigo em função de doses de N, corretivos e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>H+Al</b>	<b>Al</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>	<b>pH</b>
	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(%)	(CaCl <sub>2</sub> )
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>										
0	21.25	2.36	26.88	16.25	3.75	33.38	0.75	78.86	57.47	5.06
50	27.13	2.26	30.00	19.00	4.50	32.00	0.38	83.26	60.56	5.16
100	35.63	2.28	26.88	15.50	4.13	36.25	0.88	80.90	54.91	4.95
150	29.88	2.46	26.50	16.38	3.50	32.63	0.63	77.96	57.97	5.09
200	28.75	1.71	26.63	17.00	4.00	35.13	1.00	80.46	56.08	4.98
<b>Formas de corretivo</b>										
Calcário	26.70a	2.23a	26.40a	17.60a	4.00a	34.05a	0.70a	80.28a	57.30a	5.04a
Silicato de Ca e Mg	30.35a	2.21a	28.35a	16.05a	3.95a	33.70a	0.75a	80.31a	57.49a	5.06a
D.M.S. (5%)	5.32	0.29	2.70	2.44	0.85	2.30	0.48	4.02	3.61	0.11
<b>Inoculação</b>										
Sem <i>A. brasilense</i>	27.90a	2.16a	27.30a	16.70a	4.05a	34.65a	0.85a	80.81a	56.46a	5.04a
Com <i>A. brasilense</i>	29.15a	2.27a	27.45a	16.95a	3.90a	33.10a	0.60a	79.77a	58.33a	5.06a
D.M.S. (5%)	5.32	0.29	2.70	2.44	0.85	2.30	0.48	4.02	3.61	0.11
Média Geral	28.53	2.22	27.38	16.83	3.98	33.88	0.73	80.29	57.40	5.05
C.V. (5%)	28.20	19.69	14.90	21.92	29.38	10.25	28.72	7.57	9.50	3.35

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade

$$YP = 20.9392 + 0.1969x - 0.0008x^2 \quad (R^2 = 0.83^*)$$

$$YK = 2.2742 + 0.0042x - 0.00003x^2 \quad (R^2 = 0.62^*)$$

III Encontro Paulista de Ciência do Solo

**III EP CIS**



**2018**

**"Solos e suas relações com sistemas  
de produção agropecuários"**