

## Aplicação de *Azospirillum Brasilense* com redução da adubação de cobertura na cultura do milho

**Marcelo Cruz Mendes<sup>(1)</sup>; Jean Carlos Zocche<sup>(2)</sup>; Emanuel Gava<sup>(3)</sup>; Janaína Neiverth<sup>(4)</sup>; Paulo Henrique Matchula<sup>(5)</sup>; Dimitrya Amanda Oliveira Felício<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Professor; Universidade Estadual do Centro – Oeste; Guarapuava - PR; E-mail: mcmendes@unicentro.br; <sup>(2)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; <sup>(3)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; <sup>(4)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; <sup>(5)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; <sup>(6)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste.

**RESUMO:** Atualmente, merece destaque os estudos realizados com bactérias *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas: milho, arroz e o trigo Hungria (2011). Nesse sentido, este trabalho objetivou avaliar diferentes doses e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense*, e sua associação com níveis de adubação de nitrogênio em cobertura e os efeitos sobre características agrônomicas na cultura do milho. O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial oito x um correspondente a um híbrido de milho e oito níveis tratamentos com *Azospirillum brasilense* (AZ): Testemunha absoluta (sem N e sem AZ); ½ Dose de N; Dose Total de N; ½ Dose de N + AZ Líquido TS (uma dose/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (três doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (três doses/ha), totalizando 32 parcelas. Houve aumento na produtividade de grãos de milho quando associado o uso de *Azospirillum brasilense* e a redução da adubação nitrogenada, quando aplicado no sulco de plantio na dosagem de 300 ml ha<sup>-1</sup>. Os teores foliares de nitrogênio não foram influenciados pelos tratamentos avaliados com o uso de *Azospirillum brasilense* e redução da adubação de cobertura para o híbrido de milho P 30F53H.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, bactéria diazotrófica e nitrogênio.

### INTRODUÇÃO

O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos do milho, pois o nitrogênio exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Ele é constituinte de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos, ATP (Adenosina Tri-fosfato), clorofila e inúmeras enzimas (Jakelaitis et al., 2005), influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (Bredemeier; Mundstock, 2000).

Sendo assim, a sua deficiência pode comprometer os processos de crescimento e reprodução das plantas e que aplicações eficientes de nitrogênio estão intrinsecamente relacionadas ao solo, clima e à própria planta (Cazeta et al. 2007).

Porém, pesquisas realizadas com a cultura, para este nutriente, permitiram evidenciar que as plantas de trigo conseguem utilizar apenas 50% do fertilizante nitrogenado aplicado, pois metade é perdido via lixiviação e desnitrificação (Teixeira Filho et al., 2010).

Uma alternativa seria o aproveitamento do nitrogênio atmosférico por meio de bactérias capazes de fazer a sua redução, entre as bactérias estudadas destaca-se o *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas, tais como o milho e trigo (Hungria et al., 2010).

Resultados positivos obtidos com o uso de bactérias do gênero *Azospirillum* estão atribuídos principalmente à promoção do crescimento e o

acúmulo de N em plantas de trigo (Sala et al., 2005), aumento de produção (Sala et al., 2007), o aumento de produtividade é atribuído à melhoria da translocação da biomassa até os grãos e no aumento da atividade fotossintética, justificado pela elevação dos tecidos verdes e aumento na eficiência do sistema radicular, ocasionado em razão da simbiose (Vogel et al., 2013).

Mendes et al. (2011) observaram a eficiência agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, quando aplicada via tratamento de sementes, para a cultura do trigo, cultivar Quartzo, cultura antecessora milho em Guarapuava-PR. Estes autores observaram aumento na produtividade de grãos de trigo quando associado ao uso de *Azospirillum brasilense*, com e sem a redução na adubação de cobertura com nitrogênio.

No que diz respeito à redução da adubação nitrogenada associada ao uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, Sala et al. (2007) destacaram que, ao trabalhar com diferentes doses de N, obtiveram maior incremento na produtividade de grãos na ausência de N adicional. Estes autores atribuíram os benefícios causados por essas bactérias à sua capacidade de síntese de fitormônios.

Outra importante variação a ser estudado diz respeito ao genótipo da planta, pois há consenso de que o genótipo da planta é o fator-chave para obtenção dos benefícios oriundos da fixação biológica do nitrogênio atmosférico, aliado à seleção de estirpes eficientes.

Nesse sentido, este trabalho teve com objetivo avaliar diferentes doses e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense*, e sua associação com a redução da adubação de nitrogênio em cobertura e os efeitos sobre características agrônômicas e teores foliares na cultura do milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, no campus CEDETEG, em Guarapuava-PR, com latitude de 25°23'36"S, longitude de 51°27'19"W e altitude de 1.120 m, em solo classificado como Latossolo bruno

distroférico típico, textura muito argilosa Embrapa (2006) na safra agrícola 2014/2015.

A área experimental foi cultivada no período de inverno, com aveia preta sob sistema de cultivo plantio direto, e na safra anterior de verão com soja.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial 8 x 1, correspondente a um híbrido de milho e oito níveis tratamentos com *Azospirillum brasilense* (AZ): Testemunha absoluta (sem N e sem AZ); ½ Dose de N; Dose Total de N; ½ Dose de N + AZ Líquido TS (uma dose/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (três doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (três doses/ha) totalizando 32 parcelas.

O espaçamento utilizado foi de 70 cm entre linhas, sendo cada parcela constituída por quatro linhas de 5m de comprimento.

O híbrido de milho utilizado foi o P30F53H, proveniente da empresa Pioneer Sementes S.A, é um híbrido simples precoce e com alto teto produtivo, sendo este recomendado para a região de estudo.

Após a abertura dos sulcos com semeadora de plantio direto, a semeadura foi realizada manualmente, com 40 sementes em cada linha de plantio, deixando após desbaste, uma população final de plantas de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

As dosagens de fertilizantes de base utilizadas na condução do experimento foram calculadas de modo a fornecer a quantidade de 28 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Para isso foi utilizado o adubo formulado 08-30-20 na dosagem de 350 kg ha<sup>-1</sup>, para todos os tratamentos.

A cobertura foi realizada com adubação nitrogenada, quando as parcelas se encontravam no estágio de V4, nas seguintes dosagens de acordo com cada tratamento: dose de 182 kg de ureia por hectare, no tratamento 100% N (82 kg de N), e dosagem de 60 kg de ureia (27 kg N) nos tratamentos 50% N, excluindo a cobertura com N no tratamento testemunha absoluta.

A inoculação da semente com o *Azospirillum brasilense* foi realizada momentos antes da semeadura, sendo utilizadas a dose de 100 mL ha<sup>-1</sup>, para cada 60.000 semente, nos tratamentos no

SULCO e ÁREA TOTAL, as dosagens foram de: 200 e 300 mL ha<sup>-1</sup>, a qual foi realizada com o uso de pulverizador pressurizado por CO<sub>2</sub>. Vale lembrar que serão utilizadas as cepas ABV5/ABV6 de *Azospirillum brasilense*, na concentração da bactéria por mililitros de 2x10<sup>8</sup>.

Foram determinadas as seguintes características agronômicas: Peso de 1000 Grãos (P1000) - valor médio obtido por meio da pesagem de três amostras de 1000 grãos retiradas na área útil da parcela e Produtividade de grãos (PROD) – as espigas das duas linhas centrais foram trilhadas e os grãos foram pesados e determinado o teor de água, sendo os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup>, a umidade de 13%, posteriormente foi realizada a determinação do teor de nitrogênio foliar (NFoliar), determinado no período do florescimento (folha abaixo e oposta à espiga) em amostra de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual, sendo as médias agrupadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> Ferreira (2011).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos somente para a característica de produtividade de grãos. Este fato indica que, os tratamentos de diferentes doses e em diferentes modos de aplicação do *Azospirillum brasilense*, influenciaram esta característica, sendo que o tratamento de 100% não diferiu estatisticamente do tratamento com redução da adubação nitrogenada em 50% e quando aplicado no sulco de plantio *Azospirillum brasilense* na dosagem de 300 ml ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Este fato vem corroborar com resultados obtidos anteriormente em outros estudos que comprovaram que gramíneas são colonizadas por bactérias diazotróficas endofíticas, as quais contribuem com parte da nutrição da planta, seja através do processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) ou da produção de fitohormônios, que atuam no aumento do sistema radicular das plantas Hungria (2011).

Para a característica produtividade de grãos houve diferença estatística entre os modos de aplicação do *Azospirillum brasilense*. Porém os tratamentos com redução de adubação de cobertura

e uso da bactéria (TS, 200 mL no sulco, 200 mL e 300 mL área total) não diferiram do tratamento testemunha e com redução e sem *Azospirillum brasilense*. Mas quando comparado os resultados obtidos para o tratamento com redução da adubação e uso de 300 mL no sulco de plantio, este não diferiu dos tratamentos com 100% de N (Tabela 1).

Os dados obtidos nesta pesquisa corroboram com outros resultados obtidos anteriormente, onde foi possível comprovar a existência da eficiência agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, quando aplicada via tratamento de sementes, para a cultura do trigo Mendes et al. (2011) e com milho Mendes et al. (2012) e Mendes et al. (2014).

Este mesmo autor, trabalhando com estas mesmas cepas ABV5 e ABV6, afirmou ter havido maior peso de 1000 grãos para o híbrido de milho estudado com o uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, via foliar, independente da dose do inoculante utilizada e sem redução da adubação de cobertura nitrogenada. Houve aumento na produtividade de grãos de milho, em espaçamento reduzido, quando associado o uso de *Azospirillum brasilense*, via foliar, sem redução de adubação de cobertura nitrogenada, sendo a melhor dosagem 300ml ha<sup>-1</sup> do inoculante (Mendes et al., 2012)

Por meio dos resultados obtidos, em espaçamento convencional (70 cm entre linhas) podemos evidenciar que a utilização do tratamento com *Azospirillum brasilense*, com aplicação no sulco de plantio, proporcionou uma maior produtividade de grãos na cultura do milho frente ao tratamento testemunha (sem N e sem MG) e o tratamento com redução de nitrogênio (50%N e sem Az), cuja dose a ser utilizado seria de 300 ml ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

Houve aumento na produtividade de grãos de milho quando associado o uso de *Azospirillum brasilense* e a redução da adubação nitrogenada, quando aplicado no sulco de plantio na dosagem de 300 ml ha<sup>-1</sup>.

Os teores foliares de nitrogênio não foram influenciados pelos tratamentos avaliados com o uso de *Azospirillum brasilense* e redução da adubação de cobertura para o híbrido de milho P 30F53H.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos integrantes do grupo de pesquisa, que me auxiliaram na realização do trabalho, bem como a Fundação Araucária e CNPq pelo apoio financeiro e a Stoller do Brasil Ltda por ter fornecido as bactérias em estudo.

## REFERÊNCIAS

- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 02, p. 365-372, 2000.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic alanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- 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.
- HUNGRIA, MARIÂNGELA. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Documentos / Embrapa Soja, Londrina, PR. 2011.36p.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 01, p. 39-46, 2005
- MENDES, M.C. ROSARIO, J.G. FARIA, M.F. ZOCHE, J.C. WALTER, A.L. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. Guarapuava-PR, v. 4, n.3, p.95-110, 2011.
- MENDES, M.C.; POSSATO JUNIOR, O.; ROSSI, E.S.; NEIVERTH, V.; ZOCHE, J.C.; SCHLOSSER, J.; ROSÁRIO, J.G.DO; FARIA, M.V. Redução da Adubação em Cobertura e Associação com *Azospirillum brasilense* aplicado Via Foliar na Cultura do Milho em Espaçamento Reduzido. **Anais... XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Águas de Lindóia, SP, 2012. CD-ROM.
- MENDES, M.C.; GAVA, E.; SCHLOSSER, J.; ZOCHE, J.C.; MATCHULA, P.H.; NEIVERTH, J. Estudo de dose e modo de aplicação de *Azospirillum Brasilense* Com Redução da Adubação de Cobertura na Cultura Do Milho. **Anais... XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Salvador, BA, 2014. CD-ROM.
- MENEGHIN, M. F. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, S. A. DE; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; AMABILE, R. F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1941-1948, 2008.
- SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N. FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p.833-842, 2007.
- SALA, V. M. R.; FREITAS, S. S.; DONZELI, V. P.; FREITAS, J. G.; GALLO, P. B.; SILVEIRA, A. P. D. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 345-352, 2005.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

TABELA 1. Médias das avaliações dos parâmetros agrônômicos estudados associados ao uso de diferentes doses de *Azospirillum brasilense*<sup>1</sup> em três diferentes modos de aplicação na cultura do milho, na safra agrícola 2014/2015. Guarapuava,PR.



<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.\* TS – tratamento de semente; SULCO – aplicação no sulco de plantio; Área total – aplicação foliar na área da parcela

N	Azo	Modo Aplicação*	NFoliar	P 1000	PROD
0	0	-	14.9 a	358 a	10.289 b
50%	0	-	16.5 a	358 a	10.451 b
100%	0	-	23.6 a	370 a	12.012 a
50%	100	TS	21.9 a	366 a	11.041 b
50%	200	Sulco	25.1 a	366 a	11.098 b
50%	300	Sulco	18.8 a	364 a	12.209 a
50%	200	Área total	20.2 a	364 a	11.306 b
50%	300	Área total	21.9 a	369 a	11.098 b
<b>Média</b>			<b>20,4</b>	<b>384.6</b>	<b>11.182</b>
<b>C.V. (%)</b>			<b>22,1</b>	<b>16.6</b>	<b>7,2</b>



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”

---