

## Efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente e aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho

**Maurício Maraschin Neumann<sup>(1)</sup>; Daelcio Vieira Spadotto<sup>(1)</sup>; Lucas Almeida da Silva<sup>(1)</sup>; Natan Crestani<sup>(1)</sup>; Fernando Machado dos Santos<sup>(2)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Discentes de bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul; Sertão, Rio Grande do Sul; mauricioneumann66@gmail.com; daelciospadotto@gmail.com; lukas\_almeida2010@hotmail.com; natancrestani@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Docente do bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul.

**RESUMO:** O nitrogênio é um dos principais nutrientes exigidos pela cultura do milho, este é aplicado na cultura de forma química. Entretanto, há outras formas de se obter este mineral, através da inoculação de semente com *Azospirillum brasilense*. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido na área do IFRS – Campus Sertão, o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial “2x4”. O primeiro fator foi a aplicação de nitrogênio em cobertura (0 e 194 kg ha<sup>-1</sup>) e o segundo fator foram as doses do produto a base da bactéria *Azospirillum brasilense* (zero, dois, quatro e oito g kg<sup>-1</sup> de semente). A aplicação do nitrogênio mineral em cobertura na dose de 194 kg ha<sup>-1</sup> de N realizada em dois estádios (V4 e V8). Os parâmetros avaliados foram rendimento de grãos e teor de clorofila na folha. O fator de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* não apresentou diferença para as duas variáveis, já o fator nitrogênio apresentou diferença para rendimento de grãos e teor de clorofila ao aplicar 194 kg ha<sup>-1</sup> de N. Ao comparar a interação entre os dois fatores não foram encontradas diferenças. Conclui-se que na condução do experimento que o uso de *Azospirillum brasilense* não apresentou resultados e assim não substitui a aplicação de nitrogênio mineral na cultura do milho.

**Termos de indexação:** Inoculação, *Zea Mays* L., rendimento de grãos.

### INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) possui aproximadamente quinze milhões e meio de hectares no Brasil (Conab, 2015), sendo um dos cereais mais cultivados no mundo. Um dos principais nutrientes limitantes no rendimento da

cultura é a adubação nitrogenada (Roberto et al., 2010). Pois o nitrogênio é o nutriente que a maioria das plantas necessita em maior quantidade, já que este é constituinte de proteínas, aminoácidos, pigmentos, ácidos nucleicos, hormônios, coenzimas, vitaminas e alcaloides (Floss, 2011).

A maioria da adubação é feita de forma química, assim há uma grande importância de estudos que visem a otimização destes insumos, sendo o milho uma das culturas que tem a maior demanda de nitrogênio (Basi, 2013). A adubação nitrogenada influencia no rendimento de grãos e na qualidade do produto em consequência do teor de proteína nos grãos (Amaral Filho et al., 2005).

A baixa eficiência da utilização de fertilizantes nitrogenados de forma mineral, é devido à ação de processos como a lixiviação, volatilização de amônia, desnitrificação, erosão e imobilização microbiana. E por ser um nutriente absorvido em grandes quantidades pelas plantas cultivadas, por apresentar altas perdas, pode representar o nutriente mais caro para a agricultura (Cantarella, 2007).

A principal fonte de N na natureza é a atmosfera constituída de aproximadamente 78 % de N<sub>2</sub>, entretanto, este não está disponível para as plantas (Taiz & Zeiger, 2004). Existem bactérias capazes de fixar o N<sub>2</sub> da atmosfera e transformá-los em forma disponíveis para as plantas (Hungria, 2011; Taiz & Zeiger, 2004).

As bactérias fixadoras de N são encontradas na natureza na forma de vida livre ou em associação com plantas, e estão em geral amplamente distribuídas no solo (Didonet et al., 2000).

O gênero *Azospirillum* abrange um grande grupo de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), sendo *Azospirillum brasilense* a principal espécie fixadora de nitrogênio pesquisada no Brasil (Hungria, 2011).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão (IFRS/Sertão) (S28°03'18", W52°14' 53", a 670m de altitude). O solo da área é classificado como nitossolo bruno-vermelho distrófico profundo (Embrapa, 2013), e o clima, classificado por Köppen como Cfa, com chuvas bem distribuídas e temperatura média anual de 18,3°C (Moreno, 1961).

A área da implantação do experimento encontrava-se em pousio por um período de um ano, sendo anteriormente utilizada na cultura da soja. Os resultados da análise química do solo da camada 0-10 cm foram: pH em água: 5,6; Matéria orgânica (MO): 3 %; Potássio (K): 194 mg dm<sup>-3</sup>; Fósforo (P): 20 mg dm<sup>-3</sup>; Cálcio (Ca): 4,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Magnésio (Mg): 1,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Alumínio (Al): 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC<sub>pH7,0</sub>: 10,89; Saturação por bases (V): 63,42 %.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial “2x4”, com quatro blocos. O primeiro fator foi a aplicação de nitrogênio em cobertura (zero e 194 kg ha<sup>-1</sup>) e o segundo fator foram as doses do produto a base da bactéria *Azospirillum brasilense* (zero, dois, quatro e oito g kg<sup>-1</sup> de semente), sendo que a indicação do produto é a dose de quatro g do produto diluído em solução açucarada por kg de semente. O inoculante utilizado foi a base de *Azospirillum brasilense*, contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 na concentração de 2 x 10<sup>8</sup> Unidades Formadoras de Colônia g<sup>-1</sup>. O composto foi aplicado no momento do semeio, diretamente na semente. As parcelas utilizadas tiveram área de 12 m<sup>2</sup>, mas a área útil foi de 4,5 m<sup>2</sup>.

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 com o híbrido Biomatrix<sup>®</sup> BM915 PRO<sup>®</sup> com 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação utilizada conforme análise de solo, interpretada para recomendação de adubação através do Rolas (2004) para expectativa de rendimento de grão 12.000 kg ha<sup>-1</sup>, o nitrogênio aplicado em cobertura no estádio V4 e V8 na dose de 194 kg ha<sup>-1</sup> de N na formulação de uréia (45% N).

As variáveis avaliadas foram rendimento de grãos e leitura de clorofila. Para a leitura do teor de clorofila utilizou-se o Medidor Portátil de Clorofila (MPC) Falker<sup>®</sup> Clorofilog<sup>®</sup>, o qual possui uma

escala de medição de zero a 100 Índice de Clorofila Falker (ICF), resolução de medição de 0,1 ICF e três faixas de frequência de medição (Falker, 2007).

A leitura de clorofila foi realizada na penúltima folha quando o milho estava no estádio R4 em quatro plantas por parcela com três leituras por planta. Posteriormente à colheita, foi feita a classificação das amostras para retirar as impurezas, e também a quantificação da umidade para correção a 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e sendo verificado efeito significativo para algum parâmetro avaliado, suas médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (p<0,05), utilizando-se o software “ASSISTAT 7.7 BETA” (Assistat, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos valores médios do teor de clorofila da folha não se difere ao comparar o fator das diferentes doses da bactéria *Azospirillum brasilense*, assim como a interação entre os fatores doses do inoculante e aplicação de nitrogênio. Entretanto, ao comparar somente a aplicação de nitrogênio expresso na **tabela 1**, ocorreu um acréscimo dos teores de clorofila na folha, quando foi aplicado fertilizante mineral em cobertura. Estes dados corroboram com os de Mello (2012), onde somente o fator N elevou os teores de clorofila na folha em dois anos.

**Tabela 1** – Valores médios do Índice de Clorofila Falker (ICF) nas diferentes doses de N no híbrido BM915 PRO<sup>®</sup>, IFRS, Sertão, RS, 2015.

Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	ICF <sup>1 2</sup>
0	41,46 b
194	49,97 a

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Plantas avaliadas no estádio V12. CV<sub>exp.</sub> = 8,21%.

Entretanto, para Jordão et al. (2010) o teor de clorofila na folha aumenta na presença de *Azospirillum* e com a aplicação de nitrogênio. Sendo que o teor de clorofila aumenta linearmente quando se aumenta a dose de N.

Estudos de Chapman & Barreto (1997), citam que 50 a 70% do N total das folhas são integrante de enzimas, que estão adjuntas ao cloroplasto (Stocking & Ongun, 1962). Na cultura do milho, a relação entre teor de N na folha e rendimento de grãos já está bem estabelecida (Waskom et al., 1996). Assim, ao comparar a leitura de clorofila do fator nitrogênio, há um aumento de N na planta em

virtude do maior teor de clorofila.

Os valores de rendimento de grãos em relação a aplicação de nitrogênio estão expressos na **tabela 2**.

**Tabela 2** – Valores médios de rendimento de grãos nas diferentes doses de N no híbrido BM915 PRO<sup>®</sup>, IFRS, Sertão, RS, 2015.

Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>
0	8.817 b
194	11.455 a

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CVexp. = 14,85%.

A aplicação do fator nitrogênio aumentou de forma significativa o rendimento do milho, o que torna esta prática imprescindível na cultura, já o fator doses da bactéria *Azospirillum brasilense* e a interação entre as doses e a utilização de nitrogênio não demonstrou ser uma prática eficiente, pois não há diferença em sua aplicação.

A bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* via solução nas sementes, com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura, não interfere no desenvolvimento de plantas e na produtividade da cultura do milho, assim a bactéria não substitui o uso de fertilizantes nitrogenados (Repke et al., 2013). Para Mello (2012) a aplicação da bactéria não influenciou no rendimento de grão na cultura.

Müller et al. (2012), não encontrou diferença no rendimento de grãos e teor de clorofila, sendo necessário mais estudos com *Azospirillum brasilense* sobre a eficiência desta bactéria.

Cerca de 30 a 90% das amostras de solo coletadas em todo o mundo contem *A. brasilense* e *A. lipoferum* (Döbereiner & Day, 1976). Neste sentido, como pode haver presença de outras estirpes de bactérias no solo (Hungria, 2011), este fato pode ter interferido no fornecimento de substâncias que interferiram na avaliação deste experimento. Bactérias fixadoras de N estão em geral amplamente distribuídas no solo (Didonet et al., 2000). Assim, a presença destas bactérias, pode ser um dos motivos a qual a aplicação de *Azospirillum brasilense* não demonstrou efeito significativo, contestando os trabalhos de Hungria (2011) e Jordão (2010) a qual encontraram aumento no rendimento em sementes inoculadas.

O tratamento industrial de semente pode afetar no estabelecimento de *Azospirillum*, pois podem apresentar incompatibilidade com fungicidas e outros produtos (Hungria et al., 2007).

### CONCLUSÕES

A inoculação da semente com diferentes doses da bactéria *Azospirillum brasilense* não apresentou efeito na cultura do milho, tanto para rendimento como para teor de clorofila.

A aplicação de nitrogênio em cobertura proporcionou aumento no rendimento de grãos e no teor de clorofila.

Na condução do experimento, o uso de *Azospirillum brasilense* não substitui a aplicação de nitrogênio mineral na cultura do milho.

### REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 467-473, 2005.

ASSISTAT. **Assistência Estatística**: versão 7.7 beta. Paraíba: Campina Grande, 2016.

BASI, S. Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura de milho. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste.

CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 7, p. 375-470.

CHAPMAN, S. C., BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safras brasileira de grãos, v.2 - Safra 2014/15, n.6 - Sexto Levantamento, Brasília, p. 1-103, mar. 2015.

DIDONET, A. D.; LIMA, A. S.; CANDATEN, A. A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos em trigo submetidos à inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 401-411, 2000.

DÖBEREINER, J.; DAY, J. M. Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. In: NEWTON, W. E.; NYMAN, C. T. (Ed.). **Nitrogen Fixation**. Washington: Washington State University, 1976. p. 518-538.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FALKER. Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila – Clorofilog CFL 1030, **Manual de Instruções**, 32 p., 2007.

- FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: O estudo do que está por trás do que se vê.** 5. ed. Passo Fundo: Editora UPF, 2011. 734 p.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 40 p.
- JORDÃO, L. T.; LIMA, F. F.; LIMA, R. S.; MORETTI, P. A. E.; PEREIRA, H. V.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA, M. C. N. Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com braquiária. In: FertBio, 2010, Maringá, **Anais...** Guarapari: SBCS, 2010. p. 1-5.
- MELLO, N. Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas culturas de milho e trigo. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 35 p.
- MÜLLER, T. M.; BAZZANEZI, A. N.; VIDAL, V.; TUROK, J. D. N.; RODRIGUES, J. D.; SANDINI, I. E. Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho. In: XXIX Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo, 2012. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.
- REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J. da; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013.
- ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D.; LOBATO, P. N. Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010.
- ROLAS – Rede Oficial de Análise de Solo e Tecido Vegetal. **Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.
- STOKING, C.R., ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 49, n. 3, p. 284-289, 1962.
- WASKOM, R. M., WESTFALL, D. G., SPELLMAN, D. E. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 27, n. 3, p. 545-560, 1996.



# XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---