

ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO POR *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO

Lenir Fátima Gotz ¹

Antônio Marcos Loureiro da Silva ²

Felipe Piovesan ³

André Kubiak ⁴

Bruna Leticia Anzolin ⁵

Alfredo Castamann ⁶

Resumo:

A utilização de fertilizantes minerais solúveis apresenta potencial de impactos ambientais, econômicos e sociais. A FBN em milho pode reduzir a quantidade aplicada das fontes solúveis de nitrogênio. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso de *Azospirillum brasilense* em sementes de milho, em associação com doses de nitrogênio, na concentração de nutrientes no tecido foliar da cultura e no rendimento de grãos. O experimento foi conduzido no município de Centenário/RS. Os tratamentos foram: Testemunha; Inoculado; NPK; NPK e inoculado; NPK e metade da dose de N (60 kg); NPK, metade da dose de N (60 kg) e inoculado; NPK e dose cheia de N (120 kg) e; NPK, dose cheia de N (120 kg) e inoculado. A formulação de NPK utilizada foi a 08-24-12. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e em esquema fatorial. Foram avaliados os teores de N e P foliar e o rendimento de grãos da cultura. A inoculação de *Azospirillum brasilense* reduziu os teores de N e P foliar e não influenciou o rendimento de grãos. A utilização de 50 % e 100 % do N recomendado para a cultura não diferiram no rendimento de grãos da cultura.

Palavras-chave: Nitrogênio; Zea mays; rendimento de grãos.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO POR *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO

¹ Aluno de graduação. lenirgotz@gmail.com. Autor principal

² Aluno de graduação. antoniomarcoslsr@gmail.com. Co-autor

³ Aluno de graduação. piovesan.felipe95@gmail.com. Co-autor

⁴ Aluno de graduação. andrekubiak7@gmail.com. Co-autor

⁵ Aluno de graduação. banzolin23@gmail.com. Co-autor

⁶ Docente. alfredo.castamann@uffs.edu.br. Orientador



ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO POR *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos principais cereais utilizados na alimentação humana e animal, além de ser usado como matéria prima em indústrias. O Brasil encontra-se entre os três maiores produtores do cereal, porém, apresenta menores produtividades, devido ao grande número de pequenos produtores que o cultivam, os quais não dispõem de tecnologias adequadas (PAIVA, 2011).

A obtenção de elevadas produtividades da cultura requer o fornecimento adequado de nutrientes, com destaque ao nitrogênio (N), devido ao seu papel no metabolismo da planta. É o nutriente absorvido em maior quantidade e influencia diretamente o crescimento e a produção da cultura. (SCHIAVINATTI et al., 2011; ROSA, 2017).

Neste contexto, o fornecimento de N à cultura é essencial. Em geral, são utilizados fertilizantes nitrogenados, altamente solúveis, os quais oneram o custo da produção, além do potencial de contaminação ambiental (ROSA, 2017). Diante disso, torna-se necessário o estudo de novas tecnologias, que possam minimizar os problemas econômicos, sociais e ambientais causados pelos fertilizantes minerais solúveis.

Com o intuito de praticar uma agricultura sustentável, a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN) pode ser uma alternativa. Trata-se de uma fonte de N não poluente que pode proporcionar um ganho de rendimento e, ao mesmo tempo, reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados (VINHAL-FREITAS; RODRIGUES, 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de *Azospirillum brasilense* em sementes de milho, em associação com diferentes doses de nitrogênio, na concentração de nutrientes no tecido foliar da cultura e no rendimento de grãos.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no município de Centenário/RS, linha Rio Branco, situada a 27°47'07" sul e 52°00'47" oeste, altitude de 660 m. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (EMBRAPA, 2013).

Os tratamentos consistiram em: T1: Testemunha; T2: Inoculado; T3: com NPK; T4: com NPK e inoculado; T5: com NPK e com metade da dose de N (60 kg); T6: com NPK, com metade da dose de N (60 kg) e inoculado; T7: com NPK e dose cheia de N (120 kg) e; T8: com NPK, dose cheia de N (120 kg) e inoculado.

A adubação com NPK foi realizada no sulco, no momento da semeadura, com a formulação 08-24-12, na dose de 375 kg ha⁻¹, estabelecida a partir dos resultados da análise de solo, tendo por base as indicações à cultura do milho, que constam no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SBCS, 2004). A adubação de N em cobertura foi dividida em duas etapas, aplicando-se 50 % da dose na primeira (40 dias após a semeadura – estágio V6) e 50 % na segunda (20 dias após a primeira – estágio V8) aplicação. A fonte de N empregada foi a ureia (45 % de N).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (A x B), com quatro repetições. No fator A alocou-se as diferentes adubações e no fator B a inoculação ou não com *Azospirillum brasilense*. Cada

unidade experimental apresentava 2,80 m x 5 m, totalizando 14 m². Anterior à semeadura foi realizada a inoculação das sementes, com inoculante turfoso para gramíneas, de marca comercial MASTERFIX gramíneas, na dose de 100 g ha⁻¹.

O milho (híbrido DKB 240) foi semeado no dia 15 de setembro de 2016, em sistema plantio direto, com aveia preta de cultura antecessora. O espaçamento utilizado foi 0,7 m entre linhas, 4 linhas por unidade experimental, com densidade de 70.000 plantas ha⁻¹. A colheita foi realizada no dia 24 de fevereiro de 2017. As avaliações foram realizadas na área útil (1,4 m x 3 m) de cada unidade experimental.

A coleta das folhas para a avaliação do teor de N e P foliar foi realizada quando 50 % das plantas estavam no estágio de pendramento. Foi coletado o terço médio da primeira folha localizada no lado oposto e abaixo da espiga, em 30 plantas (SBCS, 2004). A determinação do teor de N e P foliar seguiu a metodologia proposta por Tedesco et al.(1995). O rendimento de grãos foi estimado em kg ha⁻¹, a partir da colheita da área útil de cada unidade experimental e os dados foram corrigidos para umidade de 13 %.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação das médias de Tukey a p<0,05. O software utilizado foi o SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância indicaram que não houve interação significativa entre a inoculação com *Azospirillum brasilense* e as adubações sobre os teores de N e P foliar (dados não apresentados). Do mesmo modo, não ocorreu efeito isolado de doses de N nessas variáveis (dados não apresentados). Por outro lado, houve efeito isolado da inoculação com *A. brasilense* (Tabela 1). Ambos os nutrientes (N e P) resultaram em maiores teores quando não foi realizada a inoculação das sementes (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* no teor de N e P foliar da cultura do milho (híbrido DKB 240).

Tratamentos	Teor de N (%)	Teor de P (%)
Não Inoculado	3,17 a ⁽¹⁾	0,23 a
Inoculado	2,65 b	0,19 b
C.V. (%)	12,28	18,79

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey em 5 % de probabilidade.

A faixa de suficiência de N no tecido foliar da cultura do milho é de 2,7 - 3,5 % e de P é de 0,2 - 0,4% (SBCS, 2004). Ao observar a Tabela 1, verifica-se que a inoculação reduziu o teor de N e P foliar abaixo da faixa de suficiência.

Morais (2012) ao trabalhar com inoculação de *Azospirillum brasilense* em milho e diferentes doses de N em cobertura, verificou que a inoculação não alterou a concentração de nutrientes nos tecidos vegetais. Respostas semelhantes foram encontradas por Mendonça, Urquiaga e Reis (2006) ao avaliarem a inoculação de bactérias em sementes de milho, onde o acúmulo de N nos tecidos não foi influenciado pela inoculação.

A redução no teor de N e P foliar, quando realizada a inoculação com *Azospirillum brasilense*, pode estar atribuída ao fato da bactéria retardar o pico de acúmulo destes nutrientes em determinados híbridos, como constatado por Rosa (2017).

Em relação ao rendimento de grãos, não houve efeito de interação dos tratamentos avaliados (dados não apresentados). Do mesmo modo, não houve efeito isolado da inoculação à essa variável (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* no rendimento de grãos da cultura do milho (híbrido DKB 240).

Tratamentos	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Não Inoculado	6.560 ns
inoculado	7.099
C.V. (%)	15,15

*ns: não significativo

Em casa de vegetação, Moraes (2012) não observou diferenças no rendimento de grãos quando o milho foi inoculado com *Azospirillum brasilense*. Repke (2013), em todas as características avaliadas não observou respostas com a inoculação por *Azospirillum* em sementes de milho. O autor relatou que os resultados de sucesso com a inoculação de *Azospirillum* em milho, em geral, dependem da própria bactéria que é utilizada, como número ideal de células por semente, viabilidade e a escolha da estirpe.

Do mesmo modo, Melo (2014) não verificou diferença nos componentes de rendimento. O autor destacou a complexidade que envolve a inoculação da bactéria, como número de células por semente e as condições ambientais. A colonização de bactérias diazotróficas em plantas de milho pode ser afetada por vários fatores – tanto bióticos, como abióticos – e somente a inoculação não assegura a eficácia dessas bactérias em promover aumento no crescimento e no rendimento das plantas (MORAIS, 2012). Além disso, Repke (2013) destacou que a transferência do N fixado pela bactéria acontece de forma lenta e que apenas uma fração é disponibilizada para a planta.

Campos, Theisen e Gnatta (2000) também não verificaram incremento no rendimento de grãos, quando foi utilizado um inoculante à base de uma dada estirpe de *Azospirillum*. As respostas encontradas são conferidas a escolha de uma estirpe que não foi eficiente, a qual deve ser adaptada ao solo, ao clima e a região em que se está sendo trabalhada.

De acordo com Repke (2013), as respostas em relação à inexistência de efeitos significativos nas sementes inoculadas com *Azospirillum brasilense* não estão totalmente esclarecidas e os resultados de sucesso relatados com a interação da bactéria/planta geralmente estão associados ao tipo de bactéria utilizada e aos fatores climáticos e de solo.

Por outro lado, houve efeito da adubação com N em cobertura no rendimento de grãos da cultura (Tabela 3). Os tratamentos que receberam adubação nitrogenada em cobertura na dose indicada (120 kg ha⁻¹) e na metade da dose (60 kg ha⁻¹) não diferiram entre si. Entretanto, foram superiores estatisticamente ao tratamento com adubação mineral no sulco e sem adubação nitrogenada em cobertura. Esse tratamento foi superior ao tratamento testemunha que não recebeu a adubação mineral no sulco e nem adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 3).

Estudos realizados por Souza et al. (2010) com milho safrinha irrigado, demonstraram que a utilização de 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura não diferiu estatisticamente do uso de 100 kg ha⁻¹ de N. Houve diferença apenas em relação ao tratamento que não recebeu adubação nitrogenada em cobertura e ao tratamento testemunha que não recebeu adubação no sulco, nem nitrogenada em cobertura.

Morais (2012) em um experimento realizado com inoculação de *Azospirillum brasilense* em milho, não verificou diferença estatística entre os resultados obtidos com a utilização de 100 e 150 kg ha⁻¹ de N em cobertura, somente em relação ao tratamento que não recebeu adubação nitrogenada em cobertura.

Tabela 3. Efeito das diferenças de doses de N em cobertura sobre rendimento de grãos do milho (híbrido DKB 240).

Tratamentos	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
NPK + N recomendado	9.571 a ⁽¹⁾
NPK + ½ N recomendado	9.077 a
NPK e sem N	5.738 b
Testemunha (sem NPK e sem N)	2.934 c
C.V. (%)	18,15

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey em 5 % de probabilidade.

Já o trabalho realizado por Aratani et al. (2010), indicou que o aumento na dose de N em cobertura resultou em acréscimo no rendimento de grãos de forma linear. Resultado similar também foi encontrado por Bastos et al. (2008), onde o acréscimo na dose de N em cobertura induziu a um aumento no rendimento de grãos. Estes acréscimos em função de doses de N estão relacionados à importância deste nutriente no metabolismo da planta (SCHIAVINATTI et al., 2011).

Os resultados obtidos evidenciam a grande importância da adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do milho, a qual é extremamente exigente em relação a este nutriente. No entanto, em algumas situações, as maiores doses podem não trazer respostas significativas. Isso demonstra a relevância da realização de estudos com adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho, para que se possa obter maior eficiência e menor desperdício deste nutriente e por consequência, reduzir os danos ambientais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação de *Azospirillum brasilense*, na cultura do milho, reduziu o teor de N e P foliar e não influenciou o rendimento de grãos da cultura.

A utilização de 50 % da dose de N indicada para a cultura, aplicada em cobertura, foi capaz de garantir o potencial de rendimento de grãos.

5. REFERÊNCIAS

ARATANI, R. G. et al. Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado, em sistema plantio direto. Revista científica eletrônica de agronomia, v. 5, n. 9, p. 1-10, 2006.

BASTOS, E. A. et al. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 2, p. 275-280, 2008.

CAMPOS, B.C.; THEISEN, S.; GNATTA, V. Avaliação do inoculante "Graminante" na cultura de milho. Ciência Rural, v. 30, n. 4, p. 713-715, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e agrotecnologia*, v. 38, n. 2, p.109-112, 2014.

MELO, H. F. Adubação nitrogenada e inoculação de sementes. 36 f. 2014. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2014.

MENDONÇA, M. M.; URQUIAGA, S. S.; REIS, V. M. Variabilidade genotípica de milho para acumulação de nitrogênio e contribuição da fixação biológica de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 11, p.1681-1685, 2006.

MORAIS, T. P. Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho. 83f. 2012. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

PAIVA, J. R. G. Comportamento produtivo da cultura do milho em sistema orgânico de cultivo. 40 f. 2011. Monografia (Graduação em Ciências Agrárias), Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, 2011.

SBCS - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, RS/SC, 2004. 400p.

SCHIAVINATTI, A. F. et al. Influência de fontes de e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado. *Bragantia*, v. 70, n. 4, p. 925-930, 2011.

SOUZA, J. A. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. *Bragantia*, v. 70, n. 2, p.447-454, 2011.

REPKE, R. A. Eficiência da *Azospirillum brasilense* na fixação de nitrogênio em milho. 68 f. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

ROSA, P. A. L. Acúmulo de matéria seca e extração de nutrientes por híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense* no cerrado. 101 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS (Boletim nº 5), 1995. 174 p.

VINHAL-FREITAS, I. C.; RODRIGUES, M. B. Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho. *Agropecuária Técnica*, v. 31, n. 2, p. 143–154, 2010.