

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE MILHO COM O USO DE INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* E FERTILIZAÇÃO NITROGENADA

Luiz Emilio Nunes Carpes FILHO¹; Julio Cesar Grasel CEZIMBRA¹; Renan BIANCHETTO¹; Gian Francisco Barcellos BESTER¹; Ramiro Pereira Bisognin²; Eduardo Lorensi de SOUZA³.

- ¹. Estudante do curso de agronomia. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS); ². Professor, unidade Três Passos. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). ³. Professor orientador, unidade Três Passos. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)⁴.

E-mails: luizemiliofilho@gmail.com; juliocezzimbra@yahoo.com.br; renan.bianchetto@hotmail.com; gianbbester@gmail.com; ramiro-bisognin@uergs.edu.br; eduardo-souza@uergs.edu.br.

Resumo

Uma alternativa para a inoculação na cultura do milho é o uso de algumas bactérias capazes de fazer a fixação biológica de nitrogênio. Este trabalho tem objetivo avaliar rendimento de grãos e diâmetro de espigas, fertilizações com N em cobertura, e com presença e ausência de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*. O estudo foi realizado pela UERGS, unidade Três Passos na safra de 2018/2019. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram, T1 adubação recomendada, T2 adubação recomendada + *A. brasilense* T3 *A. brasilense*, T4 *A. brasilense* + 30 kg N em cobertura, T5 *A. brasilense* concentração + 70 kg N em cobertura, T6 *A. brasilense* + 35-35 kg N em cobertura em duas aplicações. Foi avaliada a produtividade de milho e diâmetro de espigas. Inoculação de sementes de milho com *A. brasilense* não aumenta rendimento da produtividade nem diâmetro de espigas.

INTRODUÇÃO

O milho tem origem das Américas, mais especificamente no México, América Central ou sudoeste dos Estados Unidos, tendo indícios que seja uma das culturas mais antigas do mundo (DUARTE *et al.* S/A)O cereal tem grande importância devido a sua utilização em várias formas, a maior e mais importante destas é alimentação animal, mas também pode ser utilizado para indústrias na produção de alimentos para alimentação humana, também sua utilização para produção de etanol, onde em alguns países é a principal fonte de bioenergia (SOLOGUREN, 2015). A produção do milho no Brasil vem acompanhando o crescimento na produção de animais, basicamente aves, suínos e bovinos, este é um dos principais componentes das rações utilizada para alimentação dos animais (DUARTE *et al.*, S/A). O Rio Grande do Sul (RS) produziu na safra de 2017 cerca de 6,887 toneladas por hectare, aproximadamente um rendimento de 115 sacas (IBGE, 2018).

O crescimento na produtividade da cultura do milho é decorrente do uso de novas tecnologias para o cultivo, a disponibilidade de novas cultivares com grande potencial produtivo e resistência a pragas e doenças. A fertilidade dos solos está dentro dos fatores que elevam a produção, está ligada ao manejo adequado do solo, onde inclui rotação de culturas, sistema de plantio direto, calagem e uso da gessagem, e ainda a adubação de macro e micronutrientes (FILHO, 2015).

Os nutrientes mais exigidos segundo Coelho e França (1995) pela planta são o N e K, seguidos de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P) e em relação aos micronutrientes, as exigências nutricionais são muitas pequenas, mas a deficiência de algum dos micronutrientes pode trazer efeitos na desorganização metabólica e redução na produtividade.

A adubação nitrogenada é a mais importante no ponto de vista econômico e ambiental, e ainda por exercer papel importante na constituição da planta, como constituição de biomoléculas e inúmeras enzimas, e compõe os amidos, ácidos nucleicos, nucleotídeos, ATP, NADH, clorofilas e proteínas. O nitrogênio está relacionado ao crescimento e rendimento das culturas, tendo participação importante na molécula de clorofila, que exerce

funções regulatórias das reações de síntese, sendo que a carência de nitrogênio afeta diretamente a capacidade fotossintética das plantas (MARTIN *et al.*, 2013).

Uma alternativa para a diminuição de adubações nitrogenada é o uso de inoculação das sementes com bactérias diazotróficas, que possuem capacidade de fixação biológica de nitrogênio. Desde de 1970, vem se pesquisado a influência mútua entre *Azospirillum brasilense*, e espécies cultivadas tanto para promoção do crescimento de raízes como para a fixação biológica de nitrogênio (LIN *et al.*, 1983). Bactérias do gênero *Azospirillum* associam-se à rizosfera do milho e podem contribuir com o fornecimento de N a cultura (FIGUEIREDO *et al.*, 2009). Essas bactérias podem promover o crescimento vegetal através da produção de fitoreguladores e sideróforos (NOVAKOWISKI *et al.*, 2011).

O Nitrogênio fixado pela bactéria é disponibilizado para a planta pela excreção da bactéria ou pela mineralização de bactérias mortas, não existindo uma relação de simbiose com conhecida na soja por exemplo, com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*. Na associação não simbiótica que ocorre entre a bactéria e planta, acontece a colonização da rizosfera e não há penetração de bactérias nos tecidos radiculares nem formação de nódulos. Além disso, essas bactérias excitam a produção de hormônios nas plantas, como a auxina, que promove o aumento das raízes, refletindo em uma maior capacidade de uso de água e nutrientes, sobretudo em situações de seca ou salinidade (TIEN *et al.*, 1979).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), unidade Três Passos na sua área experimental, localizada juntamente a Escola Técnica Estadual Celeiro (ETEC), situando-se na latitude 27°33'49'' e longitude 53°51'30'', no município de Bom Progresso – RS. O delineamento utilizado em blocos ao acaso com quatro repetições de cada tratamento avaliado. As parcelas serão delimitadas nas medias 2,10 por 2,70 m (5,67 m²) e espaçamento entre linhas foi de 0,45 m. A cultivar utilizada foi Agrocereis AG 9025 com uma população de 75 mil plantas por hectares. Foi utilizada a inoculação com *A. brasilense* produto comercial na concentração de 2,0 x 10⁸ UFC/ml e adubação nitrogenada conforme recomendação para região e a análise de solo, formados os seguintes tratamentos:

T1 - AG 9025 - adubação recomendada (Testemunha).

T2 - AG 9025 - adubação recomendada + *A. brasilense* concentração de 2,0 x 10⁸ UFC/ml.

T3 - AG 9025 - *A. brasilense* concentração de 2,0 x 10⁸ UFC/ml.

T4 - AG 9025 - *A. brasilense* concentração de 2,0 x 10⁸ UFC/ml + 30 kg de N em cobertura

T5 - AG 9025 - *A. brasilense* concentração de 2,0 x 10⁸ UFC/ml + 70 kg de N em cobertura.

T6 - AG 9025 - *A. brasilense* concentração de 2,0 x 10⁸ UFC/ml + 35-35 kg de N em cobertura em duas vezes.

A adubação dos demais nutrientes foi calculada sua necessidade através de uma análise de solo realizada previamente da implantação do experimento na área experimental de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS- RS/SC, 2016). A inoculação foi realizada diretamente na semente, a dosagem utilizada foi de 100ml/ha.

Foi realizada a semeadura no dia 23 de novembro de 2018, sendo 3,4 sementes por metro linear a uma profundidade de 3 a 5 cm. Utilizou-se o tratamento de sementes industrial, com fungicidas recomendados pelo fabricante.

As amostras foram coletas no dia 28 de março de 2019, ou seja, 125 dias após a semeadura da cultura, a representação foi realizada por cinco plantas por parcela, onde foram avaliadas as estimativas de produtividade e o diâmetro de espigas em cm.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste estatístico de contrastes encontrado no programa estatístico sisvar (FERREIRA, 2011). Os contrastes testados foram os seguintes: 1: T1x T2, T3, T4, T5, T6; 2: T2 x T3; 3: T3 x T4, T5, T6; 4: T4 x T5.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos de adubação nitrogenada recomendada (testemunha) e em cobertura nem entre adubação nitrogenada com inoculação de *A. brasilense*, e somente inoculação em relação a produtividade em sacas/ha. As médias de produtividade entre os contrastes apresentados estão representados na tabela 1.

Tabela 1: Produtividade e diâmetro de espigas de milho com inoculação com *A. brasilense*.

Tratamentos	Produtividade (sc/ha)	Diâmetro de espiga (cm)
T1	163*	14,8
T2	164	14,9
T3	153	14,5
T4	155	14,7
T5	168	14,5
T6	155	14,6
CV (%)	5.88	14.10

*Médias de produtividade em sacas/ha.

Onde se observa que os tratamentos utilizados na cultura do milho, quanto a adubação recomendada, ou seja, testemunha não teve diferença significativa sobre os demais tratamentos. Observou-se que o tratamento onde se utilizou somente inoculação com *A. brasilense* teve uma produtividade igualitária aos demais tratamentos, porém, sem diferença estatística, sendo assim, há uma viabilidade positiva no uso de inoculação na cultura do milho pois representou uma produção sem diferença dos demais tratamentos que se utilizou-se N.

Sendo que onde observamos a comparação do contraste 1, o T1 vs. T2, T3, T4, T5 e T6 com uma média de 163 sacas por hectares não teve diferença sobre os demais, onde T2 contou com uma média de 164 sacas/ha, T3 153 sacas/ha, T4 155 sacas/ha, T5 168 sacas/ha e T6 155 sacas/ha. No contraste 2 foram comparados o tratamento que contou com adubação nitrogenada com o tratamento que somente se utilizou a inoculação com *A. brasilense*, não havendo uma diferença significativa e com médias de 164 saca/ha para o T2 e 153 sacas/ha para T3. Para o contraste 3 onde se comparou o T3 com T4, T5 e T6 as medias foram de 153, 155, 168 e 155 sacas/ha, também sem diferenças estatísticas, para o contraste 4 onde foram analisados T4 com T5, onde se teve a diferença na adubação com N com médias de 155 e 168 sacas/ há também não se observou diferença significativa para os tratamentos. Em trabalhos realizados por Okon *et al.* (1994) verificou-se a inexistência de resposta do milho à inoculação com *A. brasilense* nos ambientes estudados. Esses resultados podem estar relacionados ao que avalia Hungria (2011), que considera que os efeitos da inoculação de sementes de milho sobre o rendimento de grãos dependem das características genéticas das plantas e das estirpes, além das condições de ambiente, em razão de que os resultados mais promissores aparecem em situações de baixo e médio investimento na lavoura, onde o rendimento médio não é alto.

O uso da inoculação com *Azospirillum sp.* na nutrição e produtividade do milho dependem da cultivar utilizada e das condições edafoclimáticas vigentes (DUARTE *et al.*, 2012). Influências geográficas e ambientais podem gerar associações diferentes entre bactérias diazotróficas endofíticas e plantas de milho, ocasionando resultados bastante variáveis em relação à inoculação (ROESCH *et al.*, 2006).

Para análise dos resultados de diâmetro de espigas foram utilizados os mesmos contrastes usados para análise de produtividade, onde nenhum tratamento se sobressaiu sobre

os demais, todos apresentaram uma média de 14,7 cm, inclusive o tratamento que somente utilizou-se a inoculação nas sementes. Alguns resultados diferem do trabalho de CIVARDI *et al.* (2011) que observaram aumento no comprimento médio e diâmetro de espigas em decorrência da aplicação de ureia convencional com posterior incorporação dessa fonte. De acordo com OHLAND *et al.* (2005), o diâmetro de espiga se correlaciona diretamente ao enchimento de grãos e ao número de fileiras de grãos por espiga. Além disso, o diâmetro e o comprimento de espigas são características que determinam o potencial produtivo do milho.

CONCLUSÕES

O tratamento onde se utilizou somente inoculação com *Azospirillum brasilense* apresentou resultados semelhantes aos tratamentos que se utilizou N.

AGRADECIMENTOS: este estudo foi financiado pelo CNPq e contou com bolsa PROBIP/UERGS.

REFERÊNCIAS

- CIVARDI, E. A.; *et al.* E. *Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao COELHO, A.M.; et al. Informacoes Agronomicas Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação.* Piracicaba, n.71, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n.2, p.1-9, set. 1995. Encarte.
- DUARTE, A.P. et al. *Resposta de cultivares de milho ao nitrogênio em cobertura e à inoculação com Azospirillum.* In: Anais do 29º Congresso Nacional de Milho e Sorgo; 2012; Águas de Lindóia. Campinas: Instituto Agrônomo; 2012. p.1786-92.
- DUARTE, J. et al. *Árvore Do Conhecimento Milho*, importância socioeconômica. Embrapa Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html#>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: *A computer statistical analysis system.* *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011.
- FIGUEIREDO, M.V.B. *Nova Science Publisher. Potential Impact of biological nitrogen fixation and organic fertilization on corn growth and yield in low external input systems.* In: New York: 2009. p.227-255.
- FILHO, I. A. P. *Sistema de Produção*, Embrapa. 9ª edição. Novembro de 2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoI6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=1307>
- HUNGRIA, M. *inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo.* Londrina: Embrapa Soja, 2011.36p.IBGE, *Sidra* 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/188#resultado>>.
- LIN, W.; et al. *Applied and Environmental Microbiology.* Enhanced mineral uptake by Zea mays and Sorghum bicolor roots inoculated with Azospirillum brasilense., v.45, n.6, p.1775-1779, 1983.
- MARTIN, T. N.; et al. *Cultivar Grandes Culturas Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho como precursor de melhorias na produtividade.*, v. 1, p. 36-38, 2013.
- NOVAKOWSKI, J.H.. *Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de Azospirillum brasilense na cultura do milho.* Ciências Agrárias .Agrárias.Semina:, v.32, p.1687- 1698, 2011.
- OHLAND, R. A. A.; et al. *Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto.* Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005
- OKON, Y.; et al. *Aplicações agrônomicas do Azospirillum: uma avaliação de 20 anos de inoculação em campo em todo o mundo.* Biologia do Solo e Bioquímica, Oxford, v.26, n.12, p.1591-1601, 1994.
- ROESCH L.F.W., et al. Camargo FAO. *Characterization of diazotrophic bacteria associated with maize: effect of plant genotype, ontogeny and nitrogen-supply.* World J Microbiol Biotechnol. 2006;22:967-74
- solo no rendimento do milho.* Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.
- SOLOGUREN L. *Visão agrícola milho*, USP ESALQ ANO 9, JUL | DEZ 2015. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>>.
- TIEN, T.M.; et al. *Plant growth substances produced by Azospirillum brasilense and their effect on the growth of pearl millet (Pennisetum americanum L.).* Applied and Environmental Microbiology, Washington, v.37, p.1016- 1024, 1979