

USO DE INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* EM CULTIVO DE MILHO NA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Matheus ROCHA¹, Luiz Emílio Nunes Carpes FILHO¹, Maiara Figueiredo RAMIRES¹,
Mastrângelo Enivar LANZANOVA², Robson Evaldo Gehlen BOHER², Eduardo Lorensi de
SOUZA³.

¹ Estudante do curso de agronomia. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS); ² Professor do curso de agronomia, 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).

E-mails: matheus-rocha@uergs.edu.br; luiz-filho@uergs.edu.br; maiara_agroin13@yahoo.com; mastrangelo-lanzanova@uergs.edu.br; robson-boher@uergs.edu.br; eduardo-souza@uergs.edu.br.

Resumo

O objetivo foi avaliar a inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho. Foram testados os tratamentos: T1 - AG 9025 - adubação recomendada; T2 - AG 9025 - adubação recomendada + *A. brasilense* na concentração de $2,0 \times 10^8$ UFC/ml; T3 - AG 9025 - *A. brasilense* concentração de $2,0 \times 10^8$ UFC/ml; T4 - AG 9025 - *A. brasilense* concentração na $2,0 \times 10^8$ UFC/ml + 30 kg de N em cobertura; T5 - AG 9025 - *A. brasilense* concentração na $2,0 \times 10^8$ UFC/ml + 70 kg de N em cobertura; T6 - AG 9025 - *A. brasilense* na concentração de $2,0 \times 10^8$ UFC/ml + 35-35 kg de N em cobertura. Analisou-se o peso de mil grãos e produtividade. Não houve diferença significativa entre os tratamentos. Esses resultados demonstram que a inoculação da bactéria *A. brasilense* tem potencial de suprir as necessidades de N da planta.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando somente atrás dos Estados Unidos e da China. Segundo a CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2019), na safra 2017/18 o Brasil plantou 16,6 milhões de hectares, com produção total de 80,7 milhões de toneladas, onde o Rio Grande do Sul (RS) teve uma participação de 6% na produção total do cereal, com uma produtividade média de $6,6 \text{ Mg/ha}^{-1}$.

A produtividade da cultura do milho é decorrente do uso de novas tecnologias para o cultivo, a disponibilidade de novas cultivares com bom potencial produtivos 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 macros e micros nutrientes (FILHO, 2015). O planejamento da adubação deve-se iniciar pela diagnose dos problemas através da análise de solo, que determina as quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) necessárias na semeadura e, em cobertura no caso do N. Os nutrientes mais exigidos segundo Coelho e França (1995) pela planta são o N e K, seguidos de cálcio (Ca), magnésio (Mg) 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 N 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 N afeta abertamente a capacidade fotossintética das plantas (MARTIN et al., 2013).

A cultura do milho é altamente responsiva à adubação com N e, por isso, a demanda de N é alta, o que onera os custos de produção. Nesse contexto, novas tecnologias devem ser

buscadas no fornecimento de N, como o uso de agentes biológicos fornecedores de N à cultura.

A utilização de insumos biológicos tem ocorrido com maior frequência na agricultura, substituindo os insumos químicos industrializados e a fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem se mostrado indispensável para a sustentabilidade da agricultura, visando o fornecimento de nitrogênio às culturas com baixo custo econômico e impacto ambiental reduzido (HUNGRIA et al., 2007). Bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) podem auxiliar por diversos mecanismos na nutrição nitrogenada das culturas. As bactérias diazotróficas mais estudadas como BPCPs associativas, são as bactérias pertencentes ao gênero *Azospirillum* (BASHAN & BASHAN, 2005).

A bactéria *Azospirillum brasilense* foi estudada pela Embrapa Soja de Londrina em parceria com a Universidade Federal do Paraná (UFPR). “Ensaio conduzidos em cinco anos mostraram incrementos médios de 25% a 30% no rendimento do milho e de 8% a 11% no rendimento do trigo” (EMBRAPA, 1997).

Mesmo que apenas uma parte do N seja fornecida pela associação com bactérias fixadoras, a economia em adubos nitrogenados é igual ou superior àquela verificada com as leguminosas que podem ser auto-suficientes em nitrogênio (DÖBEREINER, 1992).

Assim, objetivou-se avaliar a produtividade de milho com adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* no noroeste do Rio Grande do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), unidade Três Passos na área experimental, localizada juntamente a Escola Técnica Estadual Celeiro (ETEC) (latitude 27°33'49'' e longitude 53°51'30''), no município de Bom Progresso – RS. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram delimitadas nas medidas 2,10 por 2,70 m (5,67 m²). O espaçamento entre as linhas da cultura do milho foi de 0,45 m. Foi realizada a semeadura da cultivar Agrocere AG 9025. 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 aplicações.

A adubação dos demais nutrientes foi calculada 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 semeadura foi realizada no dia 23 do mês de novembro de 2018, com 3,4 sementes por metro linear a uma profundidade de 3 a 5 cm. Os demais tratamentos culturais utilizados foram realizados conforme recomendações técnicas para a cultura do milho.

Para a avaliação de peso de mil grãos e produtividade, foi realizada a colheita de forma manual, onde foram retiradas 5 plantas ao acaso de cada parcela, cada amostra foi pesada e calculada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e testes complementares com contrastes ortogonais, utilizando-se os procedimentos disponíveis no pacote estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). Os contrastes testados foram: 1: T1 X T2, T3, T4, T5; 2: T2 X T3; 3: T3 X T4, T5, T6; 4: T4 X T5.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A inoculação via semente da bactéria *A. brasilense* em plantas de milho, bem como a adubação nitrogenada em cobertura, não apresentaram diferença estatística entre os contrastes testados (Tabela 1).

Tabela 1. Peso de mil grãos e produtividade de milho inoculado com bactérias diazotróficas no noroeste do Rio Grande do Sul.

Tratamentos	Peso de Mil Grãos (g)	Produtividade (sc/ha)
T1: adubação recomendada (Testemunha).	438	163,1
T2: adubação recomendada + <i>A. brasilense</i> .	438	164,0
T3: <i>A. brasilense</i> .	413	153,1
T4: <i>A. brasilense</i> + 30 kg de N.	405	155,2
T5: <i>A. brasilense</i> + 70 kg de N.	418	168,2
T6: <i>A. brasilense</i> + 35-35 kg de N.	415	154,5

A variável de produtividade indicou a inexistência de efeitos significativos, onde observou-se que a média entre os tratamentos utilizados foi de 159,6 sc/ha. Também foi possível constatar que o tratamento T1 (testemunha) não teve diferença significativa sobre os demais tratamentos. Observou-se que o tratamento T3, onde se utilizou somente a inoculação da bactéria *A. brasiliense*, obteve uma produtividade semelhante aos demais tratamentos à base de N, sem apresentar diferença estatística.

Nos últimos 20 anos foram feitas descobertas sobre o potencial das bactérias diazotróficas microaeróbias, do gênero *Azospirillum*, fixadoras de nitrogênio atmosférico, quando em vida livre (BODDEY e DÖBEREINER, 1995) as quais, quando associadas à rizosfera das plantas podem contribuir com a nutrição nitrogenada dessas plantas, tornando-se alvo de estudo por parte de pesquisadores em biologia e fertilidade do solo. Assim sendo, o manejo correto dessa possível associação *Azospirillum* spp - milho poderá resultar em incrementos de produtividade e em diminuição dos custos de produção, principalmente da aquisição de fertilizantes nitrogenados (OKON e VANDERLEYDEN, 1997) que são de uso intensivo na cultura do milho.

Para peso de mil grãos, os valores variam entre 405 e 438 g entre os tratamentos utilizados na execução do estudo (Tabela 1). Os valores entre os tratamentos são semelhantes, não havendo diferença estatística. Quando analisadas as médias de peso de mil grãos do tratamento T3, onde foi utilizado somente a inoculação em relação ao tratamento T1 (testemunha), que foi aplicado a adubação recomendada não houve diferença estatística.

Segundo Salomone e Döbereiner (1996), avaliando a resposta de vários genótipos de milho à inoculação de quatro estirpes de *Azospirillum* spp. isoladas na Argentina e três de raízes de sorgo e milho isoladas no Brasil, constataram aumento de peso de grãos, variando em diferentes genótipos, da ordem de 1.700 a 7.300 kg/ha.

A utilização de bactérias diazotróficas como alternativa para aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as culturas pode ser uma opção menos onerosa e mais viável ecologicamente. Diante disso, várias pesquisas têm sido conduzidas visando verificar as potencialidades da utilização do *Azospirillum* spp (CARDOSO, 2008). Dessa forma, há uma viabilidade econômica e biológica no uso da inoculação da bactéria *A. brasiliense* sobre a cultura do milho, pois apresentou uma produção sem diferença dos demais tratamentos em que se utilizou N.

CONCLUSÃO

A inoculação da bactéria *A. brasilense* tem potencial de suprir as necessidades de N da planta.

REFERÊNCIAS

BASHAN, Y. & de-BASHAN, L.E. *Plant growth-promoting*. In: HILLEL, D. Encyclopedia of soil in the environment. Oxford, Elsevier, 2005. p.103-115.

BODDEY, R.M. & DÖBEREINER, J. *Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: Recent progress and perspectives for the future*. Fertilizer Research, Oxford, v.42, p.241-250, 1995.

CARDOSO, I. C. M. *Ocorrência e Diversidade de Bactérias Endofíticas do Gênero Azospirillum na Cultura do Arroz Irrigado em Santa Catarina*. 2008. 75 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo), Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, SC.

COELHO, A.M. & FRANÇA, G.E. *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.

CONAB – CAMPANHA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Monitoramento agrícola – Safra 2018/19, Sétimo levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília – DF*. V.6, n.7, p. 01-119,2019.

CQFS-RS/SC. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2016.

DOBEREINER, J.; PAULA, M. A. de, MONTEIRO, E.M.S. *A pesquisa em microbiologia do solo no Brasil*. Revista Brasileira de biologia, Rio de Janeiro, v. 50, p. 841-854, 1990.

EMBRAPA. Importância econômica do milho. 2019. Disponível em: <www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, n. 6, nov/dez. 2011.

FILHO, I. A. P. Embrapa. Sistema de Produção, 1 ISSN 1679-012X. 9ª edição. Novembro de 2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1cepoportlet&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.; 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. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

MARTIN, T. N.; CUNHA, V. S.; BULCAO, F. P. *Cultivar Grandes Culturas Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho como precursor de melhorias na produtividade*. v. 1, p. 36-38, 2013.

OKON, Y. & VANDERLEYDEN, J. *Root-associated Azospirillum species can stimulate plants*. Applied and Environmental Microbiology, New York, v.63, n.7, p.366-370, 1997. POTAFOS. Como a planta de soja se desenvolve. Disponível em: <[http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Desenvolve.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Desenvolve.pdf)> p. 1-23.

SALOMONE, G. & DÖBEREINER, J. Maize genotypes effects on the response to *Azospirillum* inoculation. *Biology Fertilizer Soils*, Oxford, v.21, p.193-196, 1996.