

EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO

Lucas Leichtweis Duarte¹; Rafael Nunes dos Santos²; Francisco Alexandre de Moraes³

Palavras-chave: *Oryza Sativa L.*, promotores de crescimento, rizóbios, *Azospirillum*.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente de maior impacto na cultura do arroz em termos de resposta à adubação (Scivittaro et al., 2004). Contudo, este elemento pode ser facilmente perdido, principalmente pelos processos de lixiviação, volatização e desnitrificação, o que pode contribuir para incrementar os custos de produção e os riscos de impactos negativos no ambiente como: a contaminação do lençol freático com derivados de nitrogênio (nitrito e nitrito) e a emissão de N₂O.

Diante disso, tem-se buscado tecnologias alternativas que conciliem a obtenção de elevadas produtividades com o uso de reduzidas doses de fertilizantes nitrogenados. Neste contexto, uma das alternativas é a inoculação de plantas com bactérias promotoras de crescimento. Estes microorganismos são capazes de colonizar a superfície das raízes, a rizosfera, a filosfera, e os tecidos internos das plantas contribuindo para que estas se desenvolvam (DAVISON, 1988; KLOEPPER et al., 1989). Dentre as principais bactérias estudadas com este propósito, estão as do gênero *Rhizobium* e *Azospirillum*.

As bactérias do gênero *Rhizobium* são conhecidas principalmente pela simbiose que realizam com as raízes das leguminosas e pelo processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) que advém desta interação. Todavia, estudos têm demonstrado que os rizóbios apresentam também potencial de colonizar plantas da família das poáceas, atuando como promotores de crescimento destas culturas. Neste caso, a promoção de crescimento está associada a fatores como: aporte de N via fixação biológica, maior absorção de nutrientes e a produção de fito-hormônios (BANERJEE et al., 2006). Em um estudo realizado nas Filipinas, foi observada maior produção de biomassa vegetal no cultivo de arroz inoculado com estas bactérias, ocasionando um aumento de 16% na produtividade de grãos (PENG ET AL. 2002). Na Índia, foi constatado que plantas de arroz inoculadas com rizóbios apresentaram maiores rendimentos de grãos, e maior volume de massa seca da parte aérea e das raízes (MISHRA ET AL., 2006).

Outro promotor de crescimento que vem sendo estudado são as bactérias do gênero *Azospirillum*. Estes microorganismos promovem o desenvolvimento vegetal principalmente pelo processo de fixação biológica de nitrogênio e pela produção de auxinas (STEEHOUDT E VANDEREYDEN, 2000).

Além do uso isolado destes microorganismos, o uso da coinoculação na promoção do desenvolvimento vegetal tem sido objeto de estudos, principalmente em espécies leguminosas. Esta técnica consiste no uso de combinações de diferentes estirpes de microorganismos, com o objetivo de se obter um efeito sinérgico, ou seja, a obtenção de resultados produtivos superiores em relação ao uso destes de forma isolada. No Brasil, já se realiza a coinoculação de cinco bactérias associativas (*Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Azospirillum amazonense* e *Burkholderia tropica*) na cultura da cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al. 2002 & OLIVEIRA et al. 2006). Da mesma forma, a coinoculação de estirpes de *Azospirillum* já é

¹ Graduando em Agronomia , Universidade Luterana do Brasil, Av. Farroupilha, 8001, Canoas – RS, CEP 92425-900, E-mail: lucas.leichtweis@gmail.com

² Eng. Agrº, IRGA.

³ Mestrado/doutorando UDESC.

utilizada comercialmente para as culturas do milho, trigo e arroz (HUNGRIA et al. 2010; MAPA, 2011).

Em relação aos métodos de aplicação dos inoculantes a base de bactérias promotoras na cultura do arroz, existem duas formas principais de aplicação: via semente, antecedendo a semeadura, e via pulverização nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas. Apesar destas serem as recomendações atuais, poucos estudos avaliaram o efeito de diferentes métodos de coinoculação na produtividade de plantas de arroz. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação combinada (coinoculação) de estirpes de *Rhizobium* com estirpes de *Azospirillum*, bem como o impacto do uso de diferentes métodos de aplicação deste inoculante na produtividade de plantas de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no município de Cachoeirinha, região arrozeira da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, em um Gleissolo Háplico Distrófico típico, de textura franco-argilosa (STRECK et al., 2008). Anteriormente a instalação do experimento, a área encontrava-se há três anos em pousio. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Para a formulação do inoculante misto utilizou-se bactérias promotoras de crescimento do gênero *Rhizobium* (UFRGS Lc348) e do gênero *Azospirillum* (Abv5 e Abv6). Os tratamentos aplicados foram os seguintes: T1 (testemunha) – aplicação da dose de 94 kg ha⁻¹ de N sem inoculação (70% da dose recomendada de 135 kg ha⁻¹); T2 – aplicação da dose de 135 kg ha⁻¹ de N sem inoculação (100% da dose recomendada); T3 – aplicação da dose de 94 kg ha⁻¹ de N (70% da dose recomendada de 135 kg ha⁻¹) com aplicação inoculante misto via semente; T4 – aplicação da dose de 94 kg ha⁻¹ de N (70% da dose recomendada de 135 kg ha⁻¹) com aplicação inoculante misto via aspersão; T5 – aplicação da dose de 94 kg ha⁻¹ de N (70% da dose recomendada de 135 kg ha⁻¹) com aplicação inoculante misto via semente e via aspersão. A semeadura do arroz, cultivar IRGA 430, ocorreu em 24/11/2015. A densidade de semeadura utilizada foi de 120 kg ha⁻¹ de sementes, com espaçamento entrelinhas de 0,17 m e profundidade de semeadura de 3,0 cm. A adubação na semeadura consistiu de 16, 68 e 108 kg ha⁻¹ de N, P2O5 e K2O, respectivamente, utilizando-se 400 kg ha⁻¹ da fórmula 04-17-27 para expectativa de resposta Muito Alta à adubação (SOSBAI, 2014). A adubação nitrogenada em cobertura com uréia (46% de N) foi realizada com a aplicação 2/3 da dose entre os estádios V3-V4, segundo escala de Counce et al. (2000) e o restante entre os estádios V7-V8, antes da diferenciação da panícula. O início da irrigação ocorreu entre os estádios V3 e V4, com a manutenção de uma lâmina de água com cerca de 7,5 cm de altura, durante todo o ciclo de cultivo. Entre os estádios R7-R8, quando a maior parte dos grãos apresentava-se no estado pastoso a farináceo, realizou-se a supressão da irrigação. O controle de doenças, pragas e plantas daninhas foi efetuado conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil (SOSBAI, 2014). A inoculação das bactérias promotoras de crescimento ocorreu no momento da semeadura (aplicação do inoculante misto via sementes) e entre os estádios V3-V4 da cultura do arroz (aplicação do inoculante misto por aspersão). Na ocasião da maturação fisiológica das plantas de arroz determinou-se a produtividade de grãos nos diferentes tratamentos avaliados. Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), seguida do teste de contrastes ($p<0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de rendimento de grãos de arroz nos diferentes tratamentos avaliados são mostrados no Gráfico 1. Em relação aos resultados do teste de contraste ($p<0,05$), estes se encontram na Tabela 1.

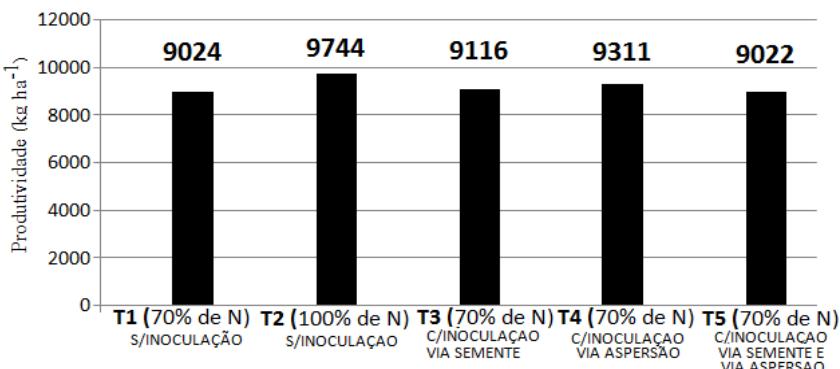


Gráfico 1 – Rendimento de grãos da cultivar IRGA 430, submetida a duas doses de nitrogênio (94 Kg ha⁻¹ e 135 Kg ha⁻¹) em combinação com a aplicação de um inoculante a base de bactérias promotoras de crescimento (estirpe UFRGS Lc348 de *Rhizobium* e as estirpes Abv5 e Abv6 de *Azospirillum*) aplicadas por diferentes métodos.

Tratamentos	QM	Pr>Fc
T3X T5	406.125.000	0.9772
T4XT5	87.153.125.000	0.6763
T3XT4	75.660.500.000	0.6971
T5X(T3 + T4)	33.152.666.667	0.7963
T1X (T3 + T4 + T5)	68.478.520.833	0.7111
T2X (T3 + T4 + T5)	965.885.020.833	0.1798
T1XT2	103.248.450.000	0.1666
Erro	476.011.683.333	

Tabela 1 - Descrição dos contrastes ortogonais, quadrado médio e Pvalor.

A produtividade de grãos dos tratamentos inoculados, T3, T4, T5, que receberam 70% da dose recomendada de (N), não diferiram estatisticamente da produtividade de grãos do tratamento não inoculado, T1 (o qual recebeu a mesma dose de nitrogênio). Da mesma forma, não foi observada diferença estatística dos tratamentos inoculados, T3, T4, T5, que receberam 70% da dose recomendada de (N), em comparação ao tratamento que recebeu 100% da dose recomendada (T2), e nas demais comparações de contraste realizadas (T3XT5, T4XT5, T3XT4 e T5X T3 e T5). Diante de tal resultado, pondera-se a hipótese da elevada fertilidade natural do solo presente na área de condução do experimento, principalmente pela não diferença estatística obtida entre os tratamentos (T1XT2).

CONCLUSÃO

Em relação ao rendimento de grãos, não foi observado incremento na produtividade dos tratamentos que receberam a inoculação de bactérias promotoras de crescimento. Em condições de campo, resultados semelhantes foram obtidos em outros estudos com a cultura do arroz (Boddey et al., 1995; Sasaki et al., 2010, e Souza et al., 2012). Diante da relevância do tema, é importante a realização de mais investigações, sendo também importante a compreensão da metodologia mais adequada para este tipo de experimento a campo. Neste sentido, um dos aspectos a ser investigado diz respeito à necessidade ou não da individualização entre cada unidade experimental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANERJEE, M.R.; YESMIN, L.; VESSEY, J. K. **Plant-growth-promoting rhizobacteria a biofertilizers and biopesticides.** In: RAI, M.K. (Ed), *Handbook of Microbial Biofertilizers*. Nova York : Food Products Press, p. 137-181, 2006.
- BODDEY RM, OLIVEIRA OC, URQUIAGA S, REIS VM, OLIVARES EL, BALDANI VLD, DÖBEREINER J. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: Contributions and prospects for improvement. **Plant and Soil**, v.174, p.195–209, 1995.
- COUCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- DAVISON, J. Plant beneficial bacteria. **Bio/Technology**, v.6, p.282-286, 1988.
- 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.
- KLOEPFER, J.W.; LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R.M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**.v.7, p.39-43, 1989.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABSTECIMENTO, Instrução Normativa N°13, de 24 de março de 2011, Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, 25/03/2011 - Seção 1, n.22, 25 de março de 2011.
- MISHRA, R. P. N.; SINGH, R. K.; JAISWAL, H. K.; KUMAR, V.; MAURYA, S. Rhizobium-mediated induction of phenolics and plant growth promotion in rice (*Oryza sativa* L.). **Current Microbiology**, New York, v.52, p.383–389, 2006.
- OLIVEIRA, A.L.M., URQUIAGA, S., DÖBEREINER, J., BALDANI, J.I. The effect of inoculating endophytic N2-fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants. **Plant and Soil**, v.242, p.205-215, 2002.
- OLIVEIRA, A.L.M.; CANUTO, E.D. de; URQUIAGA, S.; REIS, V.M.; BALDANI, J.I. Yield of micropropagated sugarcane varieties in different soil types following inoculation with diazotrophic bacteria. **Plant and Soil**, v.284, n.1-2, p. 23-32, 2006.
- PENG, S.; BISWAS, J .C; LADHA, J.K.; GYANESHWAR, P. E CHEN, Y. Influence of Rhizobial inoculation on rice photosynthesis. **Agronomy Journal**. v. 94: 925-929, 2002.
- SASAKI, K; IKEDA, S.; EDA, S.; MITSUI, H.; HANZAWA, E.; KISARA, C.; KAZAMA, Y.

USHIDA, A.; SHINANO, T. MINAMISAWA, K. SATO, T. Impact of plant genotype and nitrogen level on rice growth response to inoculation with *Azospirillum* sp. strain B510 under paddy field conditions. **Soil Science and Plant Nutrition**, 56: 636-644, 2010. doi:0.1111/j.1747-0765.2010.00499.x

SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, M. O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. P. 259-303

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 2014; 192p.

SOUZA, R.; BENEDUZI, A.; AMBROSINI, A.; COSTA, P.B.; MEYER, J.; VARGAS, L.K.; SCHOENFELD, R.; PASSAGLIA, L.M.P. The effect of plant growth-promoting rhizobacteria on the growth of rice (*Oryza sativa* L.) cropped in southern Brazilian fields. **Plant and Soil**. 2012, DOI 10.1007/s11104-012-1430-1.

STEENHOUDT, O. & VANDEREYDEN, J. Azospirillum, a free-living nitrogen fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. **FEMS Microbiology Reviews**, 24:487-506, 2000.

STRECK, E.V; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER, 2008. 222p..