

EFICIÊNCIA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO

Evandro Ademir Deak¹; Amauri Nelson Beutler²; Giovane Burg³; Marcelo Raul Schmit³; Renan Ricardo Zandoná³; Priscila Vogelei Ramos⁴; Robson Giacomeli⁵; Leandro Galon⁶.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*, Irga 424, adubação nitrogenada.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os 10 maiores produtores de arroz do mundo, o grão se destaca como um dos mais importantes cereais, tendo participação de 29% do total de grãos consumidos na alimentação humana. O RS é responsável por mais de 61% da produção nacional de arroz, onde o cultivo é feito sob sistema de irrigação por inundação, sendo considerado o maior produtor nacional, com uma produtividade média de 7.439 kg ha^{-1} no ano agrícola 2011/2012 (Sosbai, 2012), porém produtividades superiores a $11.000 \text{ kg ha}^{-1}$ são obtidas quando utilizadas tecnologias preconizadas para a cultura na Fronteira Oeste do RS (Munareto et al., 2010).

Para atingir altas produtividades, os genótipos de arroz demandam grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados, que contribuem para a contaminação do solo e mananciais de água por nitratos (Chaitreuil et al., 2000). Os fertilizantes nitrogenados apresentam alto custo, visto que a fixação industrial do Nitrogênio (N_2) tem alto consumo energético, que por meio do processo de Haber-Bosch, utiliza temperaturas em torno de $200 \text{ }^\circ\text{C}$ e pressões de 200 atm (Taiz e Zeiger, 2004).

Embora presente na atmosfera em aproximadamente 78% da constituição gasosa, é encontrado na forma molecular N_2 , não absorvível pelas plantas, devido à tripla ligação que existe entre os dois átomos do N_2 , que é uma das mais fortes de que se tem conhecimento na natureza (Reis et al., 2006). A maioria das plantas absorve o nitrogênio do solo sob a forma de íon nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+).

Por essa razão, para que o N_2 possa ser convertido a uma forma assimilável é necessário à fixação industrial, processo que consome muita energia, ou a fixação biológica por meio de bactérias, que realizam a fixação de forma mais econômica, por meio da ação da enzima dinitrogenase, que é capaz de romper a tripla ligação do N_2 e reduzi-lo a amônia, que é a forma obtida no processo industrial (Hungria et al., 2007).

Entre as bactérias estudadas destaca-se o *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas, tais como o milho, trigo e arroz (Hungria et al., 2010; Mendes et al., 2011; Novakowski et al., 2011; Piccinin et al., 2013).

Na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, destacam-se em geral cultivares de ciclo médio, que apresentam maior potencial produtivo quando adotadas recomendações feitas pela pesquisa. A cultivar Irga 424, é uma cultivar que apresenta alta resposta a adubação, possui alto potencial produtivo, boa qualidade industrial e de cocção, e é indicada às regiões onde é comum a ocorrência de baixas temperaturas, como ocorre nas regiões da Campanha e Zona Sul do RS (Sosbai, 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da bactéria fixadora de nitrogênio, *Azospirillum brasilense*, na produtividade de arroz irrigado por inundação.

¹ Aluno do curso de Agronomia, Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA. Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/nº CEP 97650-000. Itaqui, RS. E-mail: evandro.deak@hotmail.com

² Professor Adjunto do departamento de Solos da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA

³ Alunos do curso de Agronomia, Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA.

⁴ Mestranda em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA.

⁶ Dr. Fitotecnia, Universidade Federal Fronteira Sul - UFFS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro agrícola revestido com sombrite, na safra 2012/2013, nas coordenadas geográficas 29° 12' 28" Sul e 56° 18' 28" Oeste e 64 m de altitude.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, com 4 repetições constituídas de vasos de 7,5 L (6 L solo vaso⁻¹). Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N), e quatro doses de bactérias *Azospirillum brasilense* (Cepas AbV5 e AbV6) (0, 1, 2 e 4 vezes a recomendação), sem tratamento das sementes com defensivo. A recomendação é de 120 kg ha⁻¹ de N (Sosbai, 2012) e de inoculante com bactéria é de 100 mL ha⁻¹, contendo a concentração de 2 x 10⁸ unidades formadoras de colônia mL⁻¹. Foi utilizada a cultivar de arroz irrigado por inundação, de ciclo médio, Irga 424.

O solo, classificado como Plintossolo Háplico, foi coletado na camada de 0 - 20 cm e passado em peneira de 4 mm, cujas características químicas foram: pH H₂O= 5,1; P= 12,6 mg/dm³; K= 0,153; Ca= 2,7; Mg= 0,7; Al= 0,6 cmol_c/dm³; V= 50%; MO= 1,6%. Realizou-se a calagem do solo 3 meses antes da semeadura, conforme recomendação (SOSBAI, 2012).

Na semeadura foi realizada a adubação com N (10 kg ha⁻¹), nos tratamentos com N; adubação com 350 kg ha⁻¹ de fósforo (P), na forma de superfosfato triplo; e, 300 kg ha⁻¹ de potássio (K) na forma de cloreto de potássio. A adubação com P e K foi de 5 vezes a recomendação de campo, e foi triturada em moinho tipo willey e homogeneizada em todo solo do vaso. No estágio V₃/V₄, antes da entrada da água, foi aplicado 50% do restante do N e 50% no estágio de diferenciação da panícula (R₀), aos 40 dias após a semeadura, na forma de uréia.

Dia 17 de outubro de 2012, foi realizada a semeadura de 6 sementes por vaso, na profundidade de 3 cm, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* e, aos 14 dias foi realizado o desbaste, deixando duas plantas opostas por vaso. Aos 15 dias após a semeadura, no estágio V₃/V₄, foi aplicado N e no dia seguinte aplicada a lâmina de água de 4 cm que foi mantida constante até a colheita do arroz. Foram realizados dois rodízios semanais dos vasos.

A colheita foi realizada em fevereiro e foram avaliados a massa seca da parte aérea, número de panículas e produção de grãos vaso⁻¹.

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste de F e, quando significativo foram ajustadas equações de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar de arroz aumentou a produção de massa seca da parte aérea, número de panículas e a produção de grãos de arroz até a dose de 160 kg ha⁻¹ de N, cuja produção de grãos foi representada por um ajuste quadrático crescente (Figura 1A). Isto em razão do solo ter baixo teor de MO (1,6%) e ter recebido uma adubação adequada de P e K, permitindo ao arroz expressar seu potencial produtivo em resposta à aplicação de N. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Genro Junior et al. (2010), que verificaram que o arroz responde à doses superiores a 120 kg ha⁻¹ de N, que é a dose recomendada para arroz irrigado e indicada para solos com esse teor de MO (Sosbai, 2012). Segundo Genro Junior et al. (2010), em cultivos de arroz irrigado por inundação, no sistema de semeadura em solo seco, com alto nível tecnológico e adequadas condições edafoclimáticas, com altas doses de P e K, a produtividade máxima é obtida em doses de N de até 150 kg ha⁻¹, semelhante ao verificado neste estudo.

Não houve interação da dose de N de 0 a 160 kg ha⁻¹ com a dose de bactéria *Azospirillum brasilense* (Cepas AbV5 e AbV6) (Tabela 1). Além disso, a cultivar de arroz não aumentou a produção da massa seca da parte aérea, número de panículas e produção de grãos em resposta à aplicação de até 4 vezes a dose de bactéria recomendada para arroz (Figura 1B).

A ausência de resposta das cultivares de arroz irrigado por inundação a inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* (Cepas AbV5 e AbV6), possivelmente está relacionado a reduzida afinidade das Cepas com a cultivar de arroz irrigado por inundação, visto que esta bactéria tem

sido utilizada na cultura do arroz na Fronteira Oeste do RS, porém sem resultados comprovados, e sem registro específico no ministério da agricultura.

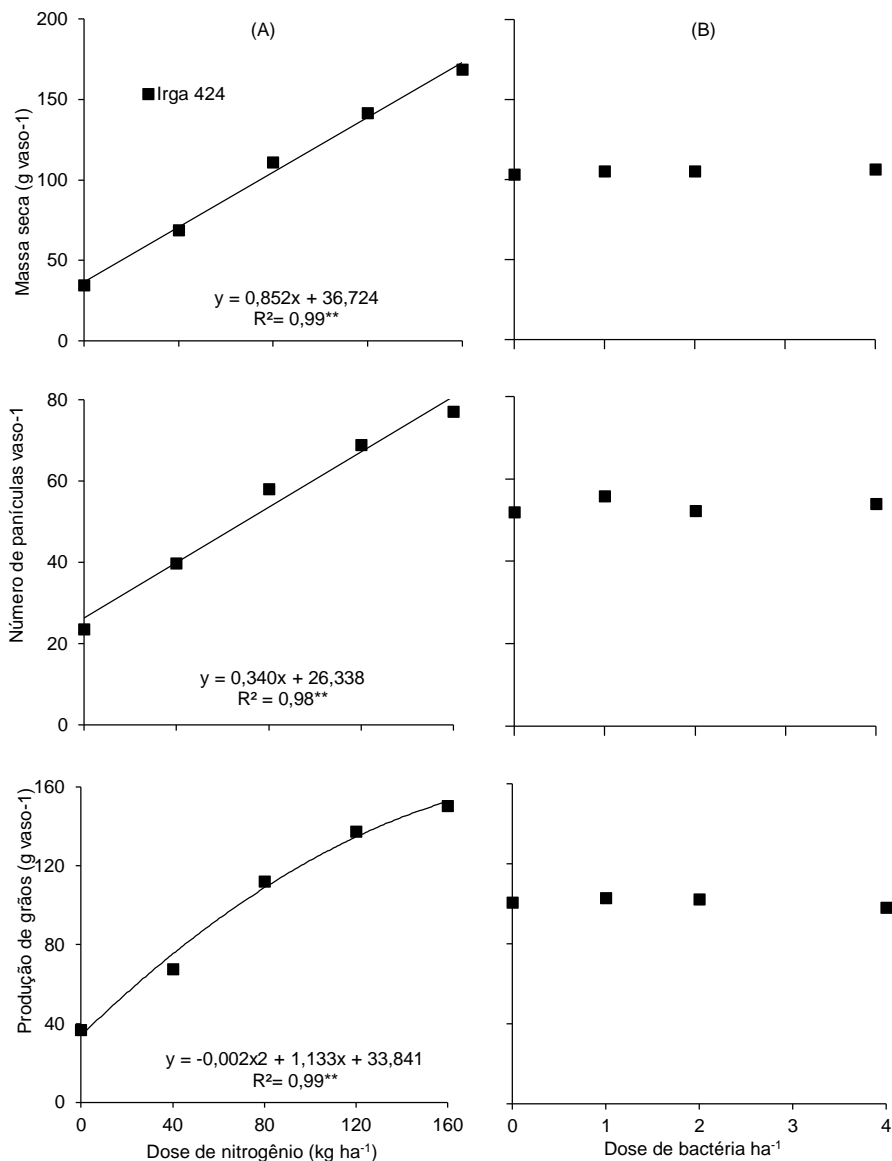


Figura 1. Massa seca da parte aérea, número de panículas e produção de grãos de arroz irrigado por inundação por vaso (2 plantas), em função da dose de nitrogênio (A), e da dose de bactéria *Azospirillum brasilense* (B). ** Significativo a 1%.

Tabela 1. Quadro de análise de variância para a produção de grãos vaso⁻¹ de arroz irrigado cultivar Irga 424, considerando experimento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 4 (5 doses de nitrogênio x 4 doses de bactéria).

Causas de variação	graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F
Fator A (nitrogênio)	4	146076,82	36519,20	386,44 **
Fator B (bactéria)	3	262,26	87,42	0,92 ^{ns}
Fator A x B	12	967,63	80,64	0,85 ^{ns}

** Significativo a 1% e, ^{ns} não significativo.

CONCLUSÃO

A inoculação das sementes de arroz irrigado por inundação, cultivar Irga 424, com bactéria fixadora de nitrogênio *Azospirillum brasilense* (Cepas AbV5 e AbV6) não alterou a produção de grãos de arroz.

A aplicação de nitrogênio aumentou a produção de grãos da cultivar de arroz irrigado por inundação até a dose de 160 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GENRO JUNIOR, S.A. et al. Eficácia das recomendações de adubação para diferentes expectativas de produtividade de arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1667-1675, jul. 2010.
- HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p. 413-425, jan. 2010.
- HUNGRIA, M. et al. 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. (Documentos, 283).
- HUNGRIA, M. et al. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: **Embrapa Soja**, 2011. 36p. (Documentos, 325).
- MENDES, M.C. et al. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 3, p. 95-110, set/dez. 2011.
- MUNARETO, J.D. et al. Propriedades físicas do solo e produtividade de arroz irrigado por inundação no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1499-1506, dez. 2010.
- NOVAKOWISKI, J.H. et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 1687-1698, out. 2011.
- PICCININ, G.G. et al. Efficiency of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* on agronomic characteristics and yield of wheat. **Industrial Crops and Products**, v. 43, p. 393-397, abr. 2013.
- REIS, V.M. et al. Fixação Biológica de Nitrogênio Simbiótica e Associativa. In: FERNANDES, M.S. (Ed) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.153-174.
- SOSBAI: **Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**. Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre: SOSBAI, 2012. 177 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Assimilação de Nutrientes. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 286-298.