

INTERAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO NITROGENADA MINERAL E INOCULANTE DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO

Henrique Aranha Silveira de Carvalho¹; Nathália Furtado Luccas²; Eduarda Ehlert Vasconcelos³; Cristina Moreira da Silveira⁴; Maria Laura Turino Mattos⁵; Walkyria Bueno Scivittaro⁶

Palavras-chave: arroz irrigado, BRS Pampa CL, nitrogênio, ureia, FBN

INTRODUÇÃO

O suprimento adequado de nitrogênio (N) é uma condição essencial para obtenção de elevadas produtividades de arroz irrigado. No entanto, as fontes minerais de N aplicadas à cultura normalmente apresentam baixa eficiência agrônômica, onerando o custo de produção e promovendo risco de contaminação ambiental, decorrentes de perdas por lixiviação, volatilização de amônia e desnitrificação (IPCC, 1996).

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é uma forma sustentável de aportar N às culturas, substituindo ou complementando a adubação nitrogenada mineral. A FBN é um processo bastante eficiente no suprimento do N para leguminosas, podendo dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados. Isso porque as bactérias que se associam simbioticamente às leguminosas têm a capacidade de fixar o N atmosférico, suprimindo sua demanda (HUNGRIA et al., 2001). Em gramíneas, como o arroz, a FBN é realizada por bactérias diazotróficas, que não nodulam (OSORIO FILHO et al., 2016), mas são capazes de colonizar caules e folhas, estabelecendo-se no ambiente endofítico (OSÓRIO FILHO et al., 2014), sendo um processo mais influenciado por fatores ambientais e, portanto, não tão eficiente quanto aquele presente nas relações simbióticas com leguminosas. Apesar disso, a associação com bactérias diazotróficas é extremamente importante para algumas culturas, favorecendo a absorção de nutrientes, principalmente o N. Em culturas como o arroz e o trigo, a associação com diazotróficos é capaz de suprir cerca de 20% das necessidades de N (OKON; LABANDERA-GONZALES, 1994).

Em razão de as bactérias diazotróficas possuírem a capacidade de colonizar os tecidos vegetais de forma benéfica e, também, pela produção de grande quantidade de auxinas (BISWAS et al., 2000), os diazotróficos estimulam o crescimento da parte aérea e, principalmente, do sistema radicular das plantas, resultando em aumento na absorção do N e demais nutrientes, razão pela qual são conhecidos como promotores de crescimento. Segundo Yanni et al. (2001), esses microrganismos benéficos podem aumentar a produtividade do arroz.

Apesar de o uso exclusivo de bactérias diazotróficas não suprir integralmente a demanda de N do arroz, essas podem reduzir o aporte de N mineral para a cultura, reduzindo os custos de produção, assim como o impacto ambiental negativo associado ao uso de fontes minerais de N, pois no processo biológico de FBN as perdas de N do sistema solo-planta são consideradas desprezíveis.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do uso exclusivo e combinado de inoculante de bactérias diazotróficas e fertilizante nitrogenado mineral na cultivar de arroz irrigado BRS Pampa CL.

¹ Graduando em Agronomia, FAEM-UFPEL, Caixa Postal 354, CEP 96160-000, Capão do Leão-RS, H.aranha@outlook.com

² Engenheira Agrônoma, nathaliauccas@gmail.com

³ Graduanda em Agronomia, FAEM-UFPEL, eduardavasconcelos2000@gmail.com

⁴ Química, MSc., Analista da Embrapa Clima Temperado, cristina.silveira@embrapa.br

⁵ Engenheira Agrônoma, Dra, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, maria.laura@embrapa.br

⁶ Engenheira Agrônoma, Dra, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, walkyria.scivittaro@embrapa.br

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado sob condições de campo, na safra agrícola 2021/2022, no Centro Tecnológico da empresa RiceTec Sementes LTDA, em Capão do Leão, RS. O solo da área experimental, um Planossolo Háplico, foi amostrado anteriormente à implantação do experimento, para avaliação da fertilidade. A interpretação dos resultados da análise de solo revelou teores baixo de matéria orgânica, muito alto de fósforo e médio de potássio (REUNIÃO..., 2018).

Os tratamentos de manejo do N para o arroz (T1- testemunha com omissão da adubação nitrogenada em cobertura e sem o uso de inoculante de bactérias diazotróficas (IBD); T2- tratamento controle representado por 100% dose recomendada de N para o arroz (DRN), como ureia, estabelecida de acordo com os resultados da análise química de solo e considerando expectativa alta de resposta da cultura à adubação (120 kg ha^{-1} de N) (REUNIÃO..., 2018); T3- 75% DRN (90 kg ha^{-1} de N); T4- uso de IBD; T5- 100% DRN associado ao uso de IBD; e T6- 75% DRN associado ao uso de IBD) foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições.

A adubação nitrogenada mineral em cobertura para o arroz, quando prevista pelo tratamento, foi parcelada entre os estádios de três a quatro folhas (V3-V4) e iniciação da panícula (R0). Como fonte de N, utilizou-se ureia. Na semeadura, todos os tratamentos 24 kg ha^{-1} de N como MAP. Para os tratamentos T4 a T6, as sementes de arroz foram inoculadas com consórcio de bactérias diazotróficas endofíticas contendo os acessos CMM 176, CMM 197 e CMM 205, oriundos da Coleção de Microrganismos Multifuncionais de Clima Temperado. O inoculante foi preparado no Laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Clima Temperado, sendo o inóculo ajustado para uma concentração celular de 10^8 UFC g^{-1} de turfa. O inoculante turfoso foi misturado com um aditivo e aplicado às sementes da cultivar BRS Pampa CL. Na sequência, as sementes foram homogeneizadas até obter uma cobertura uniforme do inoculante turfoso e secas em temperatura ambiente de laboratório ($22 \text{ }^{\circ}\text{C}$), por 30 minutos. A adubação mineral do arroz foi complementada pela aplicação a lanço em superfície de 120 kg ha^{-1} de K_2O , como cloreto de potássio, no estádio V3-V4, associada à primeira cobertura com N.

O arroz foi semeado em sistema convencional de preparo do solo, utilizando-se um espaçamento entre linhas de 17,5 cm e densidade de 100 kg ha^{-1} de sementes. O controle de plantas daninhas e demais tratamentos culturais seguiram as indicações técnicas da pesquisa para a cultura de arroz irrigado (REUNIÃO..., 2018).

Os tratamentos foram avaliados pelo teor de N na folha bandeira do arroz no florescimento pleno (R4), produtividade de grãos e componentes de produtividade da cultura. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativa, procedeu-se à comparação das médias dos tratamentos pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manejo da adubação nitrogenada influenciou o teor foliar de N das plantas de arroz. As diferenças entre os tratamentos restringiram-se àqueles com o uso exclusivo de N mineral (T2: 100% DRN e T3: 75% DRN), que propiciaram maior teor foliar de N que o T6 (75% DRN associado a IBD); os demais tratamentos apresentaram desempenho intermediário, equiparando-se a ambos os grupos anteriores (Tabela 1). Atribuem-se as variações observadas ao aporte diferencial de N proporcionado pelos manejos da adubação nitrogenada praticados, envolvendo variações em fontes (mineral e inoculante de bactéria diazotróficas) e doses, bem como pelo efeito de diluição/concentração decorrente da variação no crescimento da planta em resposta ao maior/menor suprimento de nitrogênio via adubação (FONTES, 2001).

Os resultados indicam, ainda, que, no ambiente de cultivo utilizado no presente estudo, solo arenoso com baixo teor de matéria orgânica e, portanto, com baixa capacidade de fornecer N para as plantas de arroz, a inoculação das sementes com bactérias diazotróficas endofíticas não supriu integralmente a demanda de N das plantas de arroz, requerendo a associação com fonte mineral para otimizar o nível de N na planta de arroz.

Com relação às variáveis associadas ao desempenho agrônomo e produtivo do arroz, efeito dos tratamentos foi determinado, apenas, para as variáveis estatura de planta e produtividade de grãos, não se determinando efeito dos tratamentos sobre as variáveis relação panícula/perfilho, número de grãos por panícula, esterilidade de espiguetas e peso de 1000 grãos (Tabela 1). Para estas últimas variáveis, a média do experimento correspondeu, respectivamente, a 0,99; 121 grãos por panícula, 9,4% e 24,58 g, respectivamente.

O aporte de nitrogênio mineral favoreceu o crescimento das plantas de arroz, de forma que os tratamentos testemunha (T1) e com uso exclusivo de inoculante de bactérias diazotróficas (T4) apresentaram menor estatura de plantas que aqueles com o uso de ureia (Tabela 1). Para a variável produtividade de grãos, melhor desempenho foi determinado para ambos os tratamentos com a aplicação integral da DRN para o arroz, seja de forma isolada ou associada ao uso de IBD (T2 e T5). Este último não diferiu, também, do tratamento com uso exclusivo de 75% da DRN (T3), que apresentou desempenho intermediário, equiparando-se, também, ao tratamento T6 (75% DRN associado ao uso de IBD). Na sequência, veio o tratamento com uso exclusivo de IBD (T4), cujo desempenho superou, apenas, a testemunha com omissão da adubação nitrogenada e sem o uso de inoculantes de bactéria diazotrófica (Tabela 2).

Esses resultados demonstram a importância do fornecimento de N para a otimização do desempenho produtivo do arroz irrigado em solos de baixa fertilidade, o que se explica pela elevada demanda do nutriente pela cultura, que exerce efeito preponderante na produtividade (SCIVITTARO; MACHADO, 2004). Indica, ainda, que o uso de inoculante de bactéria diazotrófica endofítica contribui parcialmente para o suprimento de N para o arroz, requerendo a associação a uma fonte mineral do nutriente para o alcance do potencial produtivo da cultura (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de N na folha bandeira do arroz por ocasião do florescimento pleno, estatura de planta, relação panícula panícula/perfilho, produtividade de grãos, esterilidade de espiguetas, número de grãos por panícula e peso de 1000 grãos de arroz, em função da interação entre inoculantes de bactéria diazotrófica e doses de nitrogênio. Capão do Leão, RS. Safra agrícola 2021/2022.

Trat.	Teor N g kg ⁻¹	Estatura cm	Pan./Perf.	Prod. kg ha ⁻¹	Ester. %	Grãos/pan.	Peso 1000 g
T1	20,7 ab	83,1 b	1,00 a	10.039 e	8,9 a	113 a	24,73 a
T2	21,7 a	99,2 a	0,96 a	13.624 a	11,0 a	114 a	24,92 a
T3	22,2 a	96,3 a	0,99 a	12.252 bc	10,5 a	142 a	24,55 a
T4	19,9 ab	85,9 b	0,99 a	11.279 d	8,5 a	101 a	24,44 a
T5	18,9 ab	98,7 a	0,98 a	13.061 ab	9,9 a	131 a	24,87 a
T6	18,2 b	98,0 a	0,99 a	11.962 cd	7,9 a	125 a	24,58 a
CV (%)	9,6	4,5	1,9	8,9	20,4	15,2	2,2

T1: testemunha com omissão da adubação nitrogenada e sem o uso de inoculante de bactéria diazotrófica (IBD); T2: 100% da dose recomendada de nitrogênio (DRN) para o arroz como ureia; T3: 75% DRN como ureia; T4: uso de IBD; T5: uso combinado de 100% DRN com IBD; e T6: uso combinado de 75% DRN com IBD. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÃO

O uso combinado de fertilizante nitrogenado mineral e de inoculante de bactérias diazotróficas endofíticas otimiza o desempenho agrônômico e produtivo da cultivar de arroz irrigado BRS Pampa CL.

AGRADECIMENTOS

À RiceTec Sementes LTDA, pela cedência da área experimental e apoio à realização do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISWAS, J. C.; LADHA, J. K.; DAZZO, F. B.; YANNI, Y. G.; ROLFE, B. G. Rhizobial inoculation influences seedling vigor and yield of rice. *Agronomy Journal*, v. 92, n. 5, p. 880-886, 2000.
- FONTES, P.C.R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 122 p.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35).
- IPCC. Climate change impacts on forests. In: WATSON, R. T.; ZINYOWERA, M. C.; MOSS, R. H. (Ed.). *Climate Change 1995: impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Contribution of working group II to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: University Press, 1996. 879 p.
- OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C. A. Agronomic applications of Azospirillum: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 26, n. 12, p. 1591-1601, 1994.
- OSORIO FILHO, B. D.; BINZ, A.; LIMA, R. F.; GIONGO, A.; SÁ, E. L. S. Promoção de crescimento de arroz por rizóbios em diferentes níveis de adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, v. 46, n. 3, p. 478-485, 2016.
- OSÓRIO FILHO, B. D.; GANO, K. A.; BINZ, A.; LIMA, R. F.; AGUILAR, L. M.; RAMIREZ, A.; CABALLERO-MELLADO, J.; SÁ, E. L.; GIONGO, A. Rhizobia enhance growth in rice plants under flooding conditions. *American and Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Science*, v. 14, n. 8, p. 707-718, 2014.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 32, Farroupilha-RS. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Cachoeirinha: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2018, 205 p.
- SCIVITTARO, W.B.; MACHADO, M.O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. (Ed.). *Arroz irrigado no Sul do Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 259-303.
- YANNI, Y. G.; RIZK, R. Y.; ABD EL-FATTAH, F. K.; SQUARTINI, A.; CORICH, V.; GIACOMINI, A.; DE BRUIJN, F.; RADEMAKER, J.; MAYA-FLORES, J.; OSTROM, P.; VEGA-HERNANDEZ, M.; HOLLINGSWORTH, R. I.; MARTINEZ-MOLINA, E.; MATEOS, P.; VELAZQUEZ, E.; WOPEREIS, J.; TRIPLETT, E.; UMALI-GARCIA, M.; ANARNA, J. A.; ROLFE, B. G.; LADHA, J. K.; HILL, J.; MUJOO, R.; NG, P. K.; DAZZO, F. B. The beneficial plant growth-promoting association of *Rhizobium leguminosarum* bv. Trifolli with rice roots. *Australian Journal of Plant Physiology*, v. 28, n. 9, p. 845-870, 2001.