

BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS E MOLIBDÊNIO PROMOVEM O CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ IRRIGADO

Kassia Luiza Teixeira Cocco¹; Giovani Greigh de Brito²; Maria Laura Turino Mattos³; Paulo Ricardo Reis Fagundes²; Liane Aldrigh Galarz⁴ Ieda Baade dos Santos⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa*, inoculação, fixação biológica de nitrogênio, micronutriente

INTRODUÇÃO

A combinação e/ou substituição de insumos químicos por biológicos que favoreçam o estabelecimento de uma agricultura sustentável, com menor custo de produção e promovendo a conservação dos recursos edáficos, é uma tendência crescente no Brasil. Bactérias com capacidade para fixar nitrogênio e promover o crescimento de plantas de arroz (MATTOS et al., 2010) e genótipos de arroz irrigado responsivos à fixação biológica de nitrogênio (FBN) (FAGUNDES et al., 2012), são fundamentais para obtenção de interações benéficas à produtividade desse cereal cultivado em terras baixas. Neste contexto, há carência de conhecimento sobre o enriquecimento de sementes de arroz com molibdênio para melhoria da eficiência agrônômica de estirpes associadas aos genótipos dessa cultura.

As principais funções do molibdênio (Mo) nas plantas estão implicadas no sistema de transferência de elétrons; por exemplo, a nitrato redutase e a nitrogenase (enzimas molibdo proteínas) que requerem Mo na redução do NO_3^- , e na fixação de nitrogênio, respectivamente. Tratando-se de cultivo de arroz irrigado, a presença de íons Fe^{2+} e S^{2-} poderá reduzir a disponibilidade de Mo no solo inundado (GUPTA; LIPSETT, 1981). O Mo também faz parte da enzima nitrato redutase, que catalisa a redução de íons nitrato possibilitando a sua incorporação em compostos orgânicos, nas raízes e na parte aérea da planta (MALAVOLTA, 1980). Assim, o conhecimento da combinação de bactérias diazotróficas com molibdênio inoculados em sementes de arroz irrigado, associado ao nitrogênio mineral, irá contribuir para escolha da melhor prática fitotécnica, visando a eficiência do processo de FBN, que poderá aumentar a produtividade e diminuir custo de produção da lavoura orizícola.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de bactérias diazotróficas com molibdênio na promoção do crescimento de plantas de arroz irrigado cultivar BRS Pampa CL, bem como definir a contribuição do nitrogênio nessa interação arroz-bactéria-molibdênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safra 2017/2018, na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, em casa de vegetação, utilizando-se caixas plásticas (12L) preenchidas com substrato autoclavado, composto por areia + vermiculita, na proporção 2:1 (v/v), nas quais foram semeadas oito sementes. Antes da semeadura realizou-se a incorporação da adubação de base em dosagem

¹ Eng. agr., Dra., Pós-Doutoranda CAPES, Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78, 96010-971, Pelotas, RS. Email: kassiacocco@hotmail.com

² Eng. agr., Dr. Embrapa Clima Temperado. Email: giovani.brito@embrapa.br; paulo.fagundes@embrapa.br

³ Eng. agr., Dra., Embrapa Clima Temperado. Email: maria.laura@embrapa.br

⁴ Eng. agr., Embrapa Clima Temperado. Email: ieda.santos@embrapa.br

⁵ Química. MSc., Embrapa Clima Temperado. Email: liane.galarz@embrapa.br

recomendada para a cultura do arroz (SOSBAI, 2016), utilizando superfosfato triplo e cloreto de potássio. Sete dias após a emergência, foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas por repetição de caixa (02 caixas tratamento⁻¹).

Os tratamentos compreenderam: (T1) ausência de inoculação, de fertilizante nitrogenado e de molibdênio (testemunha padrão); (T2) 100% N-mineral (120 kg ha⁻¹); (T3) 100% do N-mineral + Mo; (T4) inoculação com produto comercial (PC) líquido (*A. brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6) + aditivo (ambos na dose de 100 mL 50 kg⁻¹ de sementes); (T5) Inoculação com PC líquido (*A. brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6) + aditivo (ambos na dosagem de 100 mL 50 kg⁻¹ de sementes) + Mo; (T6) inoculação com *A. brasilense* (estirpe Ab-V5); (T7) inoculação com *A. brasilense* (estirpe Ab-V5) + Mo; (T8) consórcio 1 (acessos CMM 174, CMM175, CMM179); (T9) consórcio 1 + Mo; (T10) consórcio 1 + 50% do N-mineral (60 kg ha⁻¹) + Mo; (T11) consórcio 1 + 75% do N-mineral (90 kg ha⁻¹) + Mo; (T12) consórcio 2 (acessos CMM 197, CMM 205, CMM 176); (T13) consórcio 2 + Mo; (T14) consórcio 2 + 50% do N-mineral (60 kg ha⁻¹) + Mo; (T15) consórcio 2 + 75% do N-mineral (90 kg ha⁻¹) + Mo. Utilizou-se a cultivar BRS Pampa CL de arroz irrigado, cujas sementes foram desinfetadas antes da semeadura. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições de plantas por tratamento. Os tratamentos com adubação nitrogenada (doses 100, 75 e 50% do N-mineral) receberam solução de ureia (3,3%), sendo parcelada em três aplicações (15, 30 e 40 dias pós semeadura).

Os acessos microbianos, oriundos da Coleção de Microrganismos Multifuncionais de Clima Temperado (CMMCT), foram cultivados em caldo DIGYS (24 horas, 28 °C, 180 rpm). Um volume de 1,0 mL da suspensão do inóculo (concentração celular de 10⁸ UFC mL⁻¹) foi aplicado sobre as sementes, no momento da semeadura. Nos tratamentos que receberam uma dose de molibdato de amônio, aplicou-se 45 mg de Mo g⁻¹ semente, por meio de um solução 1%, no inoculante e sobre as sementes, no momento da semeadura. Após a emergência, as plantas receberam solução de Norris, modificado por Guzman e Döbereiner (1968), sem as fontes de P e K. A irrigação inicial e a posterior formação de lâmina de água (± 1 cm) foram realizadas com água destilada estéril. As demais práticas culturais foram executadas conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz (SOSBAI, 2016).

Aos 45 dias após emergência das plantas, avaliou-se as variáveis índice relativo de clorofila (IRC), realizando-se três medições por planta, produção de matéria seca da parte aérea (colmo + folhas) e das raízes das plantas. Esse material foi seco em estufa sob temperatura de 65°C até atingir massa constante. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), comparando-se as médias pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de significância (SASM-Agri)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados médios do índice relativo de clorofila (IRC), produção da massa seca da parte aérea e da raiz, em resposta aos tratamentos. Os resultados evidenciam a formação de dois grupos para as variáveis: superior (sem diferença significativa quando comparado ao tratamento com 100% da fertilização nitrogenada) e inferior, mostrando que as variáveis tendem a diminuir com a ausência da aplicação de inoculante, Mo e nitrogênio.

Quanto à variável massa seca da parte aérea, os tratamentos T2, T3, T6, T9, T10 e T14 apresentaram média de 0,83 g planta⁻¹, com desempenho superior aos demais. Com relação à variável massa seca da raiz, o comportamento de desempenho foi semelhante para os tratamentos T2, T3, T6, T9, e T10, com média de 0,18 g planta⁻¹.

O IRC médio do grupo superior (T2, T4, T5, T10, T11 e T14) foi de 30,50, destacando-se aumento significativo dessa variável com os consórcios 1 (75% N + Mo = T11) e 2 (50% N + Mo = T14) e com *A. brasilense* + Mo (T5), de 2,6 e 4%, respectivamente, em relação ao controle 100% N sem inoculante e Mo (T2). A dose de 120 kg ha⁻¹ de N sem inoculante e Mo, e os acessos CMM

174, CMM175, CMM179 com 50% de N + Mo, apresentaram desempenho superior para todas as variáveis, indicando que bactérias diazotróficas juntamente com Mo, proporcionam efeitos tão significativos quanto o uso de 100% do N-mineral para a promoção do crescimento do arroz. Em trabalho realizado por Guimarães et al. (2007) foi observado que estirpes de *Herbaspirillum seropedica* e *Burkholderia* sp. com Mo promoveram acúmulo de massa de matéria seca nas plantas de arroz das cultivares R42 e IAC4440 em condições gnotobióticas.

Em relação à adubação nitrogenada, incrementos de 30 e 38% na massa seca da parte aérea e das raízes, respectivamente, ocorreram quando associado à aplicação de molibdênio (T3). Esses resultados concordam com Lantmann et al. (1989), que relataram a importância do Mo para o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais, devido sua participação no metabolismo do N. Em trabalho realizado no campo com arroz, Fageria; Baligar (1997) verificaram que a deficiência de Mo em plantas de arroz provoca redução da massa seca da parte aérea. A utilização do consórcio 1 com bactérias diazotróficas associadas ao uso de molibdênio (T9) apresentou desempenho superior para as variáveis massa seca da parte aérea e das raízes, com aumento de 8 e 19% em relação ao tratamento com 100% do N-mineral (T2), respectivamente. Por outro lado, os valores dessas variáveis, em função do inoculante com *A. brasilense* (estirpe Ab-V5) (T6), foram semelhantes ao tratamento com 100% N-mineral (T2). Esse resultado demonstra o potencial desses acessos em promoverem o crescimento das plantas de arroz e, com base no IRC, os consórcios 1 e 2 combinados com 50% de N, contribuirão para a fixação de nitrogênio, visto que esse índice se correlaciona com o nível de N na planta (SCIVITTARO et al, 2012).

Tabela 1. Produção de massa seca da parte aérea e da raiz e índice relativo de clorofila (IRC) para a cultivar de arroz irrigado BRS Pampa CL, em função da interação entre bactérias diazotróficas, molibdênio e nitrogênio.

Tratamentos	Massa Seca (g planta ⁻¹)		IRC
	Parte Aérea	Raiz	
Sem inoculante, Mo e N	0,5408 b	0,1438 b	28,5 b
100% do N mineral	0,7758 a	0,1630 a	30,3 a
100% do N mineral + Mo	1,0075 a	0,2255 a	28,4 b
<i>A. brasilense</i> estirpes Ab-V5 e Ab-V6 + Aditivo	0,5105 b	0,1228 b	29,6 a
<i>A. brasilense</i> estirpes Ab-V5 e Ab-V6 + Aditivo + Mo	0,5690 b	0,1300 b	31,1 a
<i>A. brasilense</i> estirpe Ab-V5	0,7085 a	0,1743 a	28,5 b
<i>A. brasilense</i> estirpe Ab-V5 + Mo	0,5783 b	0,1388 b	29,2 b
Consórcio 1	0,4795 b	0,0985 b	28,7 b
Consórcio 1 + Mo	0,8400 a	0,1925 a	28,6 b
Consórcio 1 + Mo + 50% N mineral	0,7598 a	0,1713 a	29,4 a
Consórcio 1 + Mo + 75% N mineral	0,5170 b	0,1245 b	31,1 a
Consórcio 2	0,4908 b	0,1315 b	28,0 b
Consórcio 2 + Mo	0,3750 b	0,0738 b	25,7 b
Consórcio 2 + Mo + 50% N mineral	0,9235 a	0,1535 b	31,5 a
Consórcio + Mo + 75% N mineral	0,5998 b	0,1483 b	26,7 b
Coeficiente de Variação (%)	30,02	27,92	6,07

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

CONCLUSÃO

Os consórcios de estirpes CMM 174, CMM175 e CMM179; CMM 197, CMM 205 e CMM 176, com aplicação de molibdênio e combinado com reduzida adubação nitrogenada, promovem

aumento da parte aérea e do sistema radicular de plantas de arroz da cultivar BRS Pampa CL. A aplicação de Mo via semente de arroz, no momento da inoculação, proporciona aumento da absorção de N pelas plantas de arroz da cultivar BRS Pampa CL.

AGRADECIMENTOS

À INCT MPCPAgro - (CNPq 465133/2014-4, Fundação Araucária-STI, CAPES), pela concessão de bolsa de estudo, à Embrapa, pelo auxílio financeiro, por meio do projeto “Fixação biológica de nitrogênio em arroz irrigado como base à uma agricultura de baixo carbono” (SEG 22.16.04.026.00.00), e à empresa TOTAL BIO, pela parceria técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Response of common bean, upland rice, corn, wheat and soybean to soil fertility of an Oxisol. **Journal of Plant Nutrition**, v.20, p.1279-1289, 1997.
- FAGUNDES, P. R. R.; MATTOS, M. L. T.; MAGALHÃES JR., A. M.; SEVERO, A. C. M.; FACIO, M. L. P. **Resposta de genótipos de arroz irrigado à fixação biológica de nitrogênio**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012, (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 136).
- GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D.; JACOB-NETO, J. Adição de molibdênio ao inoculante turfoso com bactérias diazotróficas usado em duas cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.393-398, 2007.
- GUZMAN, I.; DÖBEREINER, J. Effectiveness and efficiency in the symbiosis of your cross inoculated tropical legumes. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE INOCULANTES EM LEGUMINOSAS. 4., 1968, Porto Alegre. **Anais...** 1968. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1968. p. 81-91.
- GUPTA, U.C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soils, plants, and animals. **Advances in Agronomy**, v.34, p.73-115, 1981.
- LANTMANN, A. F.; SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Resposta da soja a molibdênio em diferentes níveis de pH do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p.45-49, 1989.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MATTOS, M. L. T.; FAGUNDES, P. R. R.; SANTOS, I. M. B.; ALMEIDA, B. M. **Fixação biológica de nitrogênio na cultura do arroz irrigado por inundação. Bactérias endofíticas diazotróficas isoladas das cultivares BRS 7 Taim e BRS Pelota**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 22 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 303).
- SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B.; DA SILVA, P. S.; SILVEIRA, A. D. **Manejo da adubação nitrogenada para o arroz irrigado por aspersão**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 29p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos 177).
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, RS: SOSBAI, 2016. 197p.