

NITROGÊNIO E BACTÉRIA DIAZOTRÓFICA AFETANDO O DESENVOLVIMENTO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

Adriano Stephan Nascente¹; Marta Cristina Corsi de Filippi²; Anna Cristina Lanna³

Palavras-chave: *Oryza sativa*, bioagente, rizobactéria, promotor de crescimento

INTRODUÇÃO

A nutrição e adubação das plantas são fatores-chave a serem observados quando se pretende obter altas produtividades e manter a fertilidade do solo (SOUZA; LOBATO, 2003). Entre os nutrientes, o nitrogênio (N) é um dos mais requeridos pelas plantas de arroz e afeta diretamente a produtividade de grãos da cultura (FAGERIA, 2014). Em locais em que se cultivam arroz no mundo, a quantidade de N aplicada varia de 90 a 140 kg ha⁻¹ (FAGERIA, 2014). Dessa forma, o arroz, juntamente com o milho e o trigo, consomem cerca de 60% de todo o N utilizado no mundo (LADHA et al., 2005). O mineral N é um fertilizante caro e seu uso indevido pode causar danos ao meio ambiente, como a contaminação de fontes de água (GUIMARÃES et al., 2010).

O uso de tecnologias alternativas para reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura de arroz inclui o uso de bactérias do solo (GUIMARÃES et al., 2010). A zona estreita do solo que circunda diretamente o sistema radicular é referida como rizosfera (WALKER et al., 2003). As rizobactérias são um grupo de bactérias da rizosfera competentes na colonização do ambiente radicular (KLOEPPER et al., 1991). As rizobactérias promotoras do crescimento das plantas são caracterizadas como competentes para colonizar a superfície radicular, sobreviver, multiplicar e competir com outra microbiota, pelo menos durante o tempo necessário para expressar as suas atividades de proteção de plantas e promover o crescimento das plantas (AHEMAD; KIBRET, 2014).

Pesquisas focadas nas rizobactérias RPCP desenvolvidas na Embrapa Arroz e Feijão proporcionou a seleção de isolados promissores (R-46, R-55, R-235, 20,7, 82 e 138), destacando-se o aumento da produção de biomassa e resistência à doença (FILIPPI et al., 2011). Assim, realizou-se um ensaio em casa de vegetação com esses isolados de rizobactérias para selecionar o mais eficiente e que poderia ser utilizado nos experimentos de campo. De acordo com os resultados, o isolado R-235 foi o mais efetivo para promover o aumento da taxa fotossintética e para a maior acumulação de nutrientes e matéria seca nas plantas de arroz (NASCENTE et al., 2016).

Existem ainda poucos estudos em condições de campo para o uso de rizobactérias no desenvolvimento de culturas, especialmente em áreas de sequeiro e menos na região do Cerrado. Portanto, o objetivo foi determinar o efeito do isolado R-235 e doses de N aplicadas em cobertura nos teores de nutrientes nas folhas, componentes de produção e produtividade de grãos de arroz, sob sistema de plantio direto, em uma região do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Capivara, localizada em Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil, a 16°28'00" S e 49°17'00" W e altitude de 823 m. O clima é Tropical de Savana e é considerado Aw de acordo com a classificação de Köppen. Há duas estações bem definidas: uma estação seca de maio a setembro (outono / inverno) e uma estação chuvosa de outubro a abril (primavera / verão). A precipitação média anual é entre 1500 e 1700 mm, e a temperatura média anual é de 22,7 °C, variando anualmente de 14,2 °C a

¹ Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, Km 12, Caixa postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás-GO, Brazil, adriano.nascente@embrapa.br.

² Dr., Embrapa Arroz e Feijão

³ Dr., Embrapa Arroz e Feijão

34,8 °C. O solo é classificado como Latossolo Vermelho ácrico. Os teores de matéria orgânica foram de 39,90 de 0-5 cm, 29,98 de 5-10 cm e de 28,10 g dm⁻³ de 10-20 cm. A área experimental foi cultivada com *Brachiaria brizantha* por dois anos, seguido da soja e depois o presente experimento.

O experimento foi realizado em condições de sequeiro utilizando o genótipo 07SEQCL441 CL, derivado da cultivar Primavera. O experimento foi realizado em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram da combinação de quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) com ou sem a inoculação das sementes de arroz com a rizobactéria R-235 (*Serratia* spp) por microbiolização, durante a safra 2015/2016. O isolado de bactéria utilizado na pesquisa pertence à Coleção de Cultura de Microrganismos do Centro de Pesquisa de Arroz e Feijão da Embrapa. As parcelas tinham a dimensão de 3,5 m x 6 m. A área útil da parcela foi composta pelas quatro fileiras centrais de arroz, desconsiderando uma linha e 0,50 m na extremidade de cada parcela.

Para a microbiolização das sementes, as suspensões de rizobactérias foram preparadas com água, a partir de culturas que tinham crescido durante um período de 24 horas em meio sólido 523 (KADO; HESKETT, 1970), a 28 °C, e a concentração foi ajustada em espectrofotômetro para A540 = 0,5 10⁸ UFC. As sementes de arroz foram imersas numa suspensão de *Serratia* spp. As sementes sem rizobactérias foram imersas em água durante um período de 24 horas sob agitação constante a 28 °C.

A semeadura foi realizada mecanicamente utilizando 200 sementes m⁻² de arroz. As sementes foram semeadas em 15 de dezembro de 2015. Sete dias antes da semeadura do arroz foi realizada a microbiolização das sementes. A emergência das plantas de arroz ocorreu cinco dias após a semeadura. A adubação de base, aplicada nos sulcos de semeadura, foi calculada de acordo com as características químicas do solo e as recomendações de Sousa e Lobato (2003). Portanto, a fertilização de semeadura foi de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ como superfosfato triplo. A adubação de nitrogênio em cobertura foi realizada com ureia, 18 dias após a emergência do arroz, de acordo com cada tratamento. As práticas culturais foram realizadas de acordo com recomendações padrão para uma cultura de arroz para manter a área livre de plantas daninhas, doenças e insetos.

A amostragem de folhas de arroz e determinação de macro e micronutrientes seguiram os métodos descritos por Malavolta et al. (1997). A colheita de arroz foi realizada manualmente após maturidade fisiológica (30 de março de 2016) do grão na área útil de cada parcela. As parcelas foram avaliadas para produção de biomassa no florescimento, n° de panículas m⁻¹, n° de grãos por panícula, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos. Para a análise estatística, utilizou-se o SAS Statistical Software. Nas variáveis qualitativas, os dados foram submetidos à análise de variância e quando o teste F foi significativo, os dados foram comparados pelo teste Tukey com p <0,05. Nas variáveis quantitativas, os resultados foram submetidos à análise de regressão quando p <0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística revelou que não houve interação entre os fatores doses de N e tratamento com a rizobactéria *Serratia* nos teores de macro e micro nutrientes nas folhas de arroz de terras altas (Tabela 1). Os teores de N não afetaram significativamente nenhum dos nutrientes nas folhas de arroz, provavelmente devido aos altos teores de matéria orgânica no solo (SOUSA; LOBATO, 2003), 39.90 g dm⁻³ na camada de 0-5 cm. De acordo com Fageria (2014), a matéria orgânica do solo serve de reservatório de nutrientes que podem ser absorvidos pelas plantas. A rizobactéria proporcionou incrementos nos teores foliares de N, K e Mn das plantas de arroz. De acordo com Ahemad e Kibret (2014), as rizobactérias promotoras do crescimento das plantas são caracterizadas como competentes para colonizar a superfície radicular, sobreviver, multiplicar e competir com outras microbiota, pelo menos durante o tempo necessário para expressar as suas atividades para promover o crescimento das plantas. Nascente et al. (2016), comparando sete bioagentes

promotores de crescimento em casa de vegetação, relataram que o isolado R-235 (*Serratia* spp.) foi o mais eficiente e proporcionou maior acúmulo de nutrientes nas plantas de arroz do que os outros bioagentes.

Tabela 1. Doses de nitrogênio e ausência ou presença de inoculação de sementes com rizobactéria isolado R-235 (*Serratia* spp.) afetando os teores de nutrientes em folhas de arroz na floração plena.

Fatores	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
-----g kg ⁻¹ -----									
R-235									
Com	16,02 a*	3,27	19,98 a	2,44	2,85	7,99	212	68,02 a	73,33
Sem	12,31 b	3,66	18,42 b	2,20	2,63	7,02	200	43,96 b	65,30
-----mg kg ⁻¹ -----									
ANOVA (F probability)									
R-235 (R)	0,0008	0,2766	0,0022	0,1665	0,0782	0,0593	0,6027	0,0496	0,1510
N	0,3168	0,2219	0,4766	0,8112	0,3371	0,7811	0,3585	0,9943	0,6747
R x N	0,7535	0,4271	0,5052	0,1249	0,5968	0,4384	0,7766	0,1761	0,6734

*Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Não houve interação entre os fatores N e rizobactéria para produção de biomassa, componentes de produção e produtividade de grãos de arroz (Tabela 2). As doses de N afetaram significativamente a produção de biomassa, número de panículas por metro, número de grãos por panícula e produtividade de grãos de arroz (Figura 1). De acordo com Fageria (2014), o N é um dos nutrientes que mais afetam a produção de biomassa, componentes de produção e produtividade de grãos das culturas.

Tabela 2. Doses de nitrogênio e ausência ou presença de inoculação de sementes com rizobactéria isolado R-235 (*Serratia* spp.) afetando produção de biomassa no florescimento, número de panículas por metro (NPM), número de grãos por panícula (NGP), massa de 1000 grãos (1000M) e produtividade de grãos (PG) de arroz de terras altas.

Fatores	Biomassa	NPM	NGP	1000M	PG
R-235	g m ⁻²	unit	unit	g	kg ha ⁻¹
Com	167 a	75	14.59	23.38	2893 a
Sem	146 b	74	14.31	23.06	2422 b
ANOVA (F probability)					
R-235 (R)	0.0409	0.8002	0.4708	0.4104	0.0223
Doses de N (N)	0.0221	0.0366	0.0160	0.8612	<0.001
R x N	0.2157	0.1420	0.2856	0.6846	0.4985

*Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

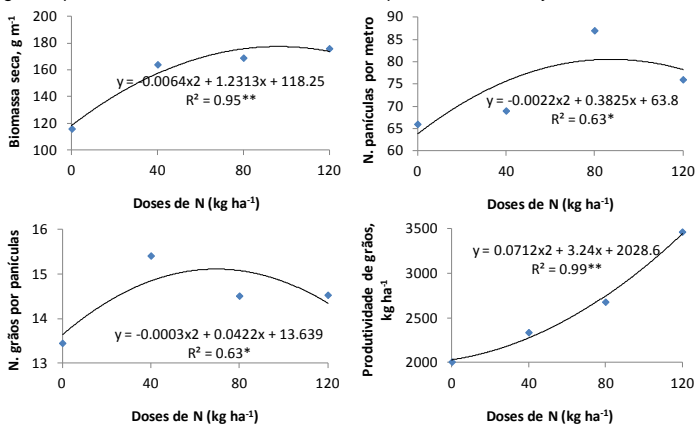


Figura 1. Efeito de doses de nitrogênio na biomassa seca, número de panículas por metro, número de grãos por panícula e produtividade de grãos no arroz de terras altas, genótipo 07SEQCL441 CL. Santo Antônio de Goiás, GO, safra 2015/2016.

O tratamento de sementes com a bactéria R-235 (*Serratia* spp.) proporcionou

incrementos significativos na produção de biomassa seca e produtividade de grãos do arroz de terras altas. Esses resultados corroboram os resultados encontrados em casa de vegetação por Nascente et al. (2016), que relataram maior produção de biomassa quando as sementes de arroz foram tratadas com a bactéria R-235 (*Serratia* spp.). De acordo com os autores, essa rizobactéria foi eficiente em proporcionar maior atividade fisiológica, maior absorção de nutrientes e maiores produções de biomassa em relação a outros seis bioagentes testados. Os resultados da presente pesquisa sugerem que o uso de bioagentes são eficientes para proporcionar incrementos significativos na produtividade de grãos do arroz de terras altas.

CONCLUSÃO

O tratamento de sementes com rizobactéria isolado R-235 (*Serratia* spp.) proporcionou maiores teores de N, K e Mn nas folhas, maior produção de biomassa e maior produtividade de grãos de arroz de terras altas em relação à semente não tratada;

O aumento das doses de N proporcionou maior produção de biomassa, número de panículas por metro, número de grãos por panícula e produtividade de grãos do arroz de terras altas.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa para o primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHEMAD, M.; KIBRET, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. **Journal of King Saud University - Science**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 1-20, 2014.
- FAGERIA, N. K. **Nitrogen management in crop production**. Boca Raton: CRC Press, 2014.
- FILIPPI, M. C. C. et al. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. **Biological Control**, Amsterdam, v. 58, n. 2, p. 160-166, 2011.
- GUIMARÃES, S. L. et al. Bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada em cultivares de arroz. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 32-39, 2010.
- KADO, C.J.; HESKETT, M.G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, Davis, v. 60, n. 6, p. 969-976, 1970.
- KLOEPPER, J. W. et al. Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. In: KEISTER, D.L.; CREGAN, P. B. (Ed.). **The rhizosphere and plant growth**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 315–326.
- LADHA, J. K. et al. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: Retrospect and prospects. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 87, p. 85-156, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.
- NASCENTE, A. S. et al. Biomass, gas exchange, and nutrient contents in upland rice plants affected by application forms of microorganism growth promoters. **Environmental Science and Pollution Research International**, London, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2016.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.
- WALKER, T. S. et al. Root exudation and rhizosphere biology. **Plant Physiology**, Teresina, v. 132, n. 1, p. 44–51, 2003.