PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO AFETADA POR MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO

Israel Mendes Sousa¹; Adriano Stephan Nascente²; Marta Cristina Corsi de Filippi³; Anna Cristina Lanna⁴

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

INTRODUÇÃO

O uso de bioagentes na agricultura vem ganhando destaque, principalmente devido a três fatores: 1) diminuição da eficiência de cultivares resistentes a doenças e de produtos químicos sintéticos devido à seleção de pragas e patógenos resistentes a estas tecnologias, 2) demanda da sociedade por processos de produção sustentáveis para o meio ambiente e por produtos livres de resíduos químicos e 3) pelos resultados promissores da pesquisa científica, que tornam os produtos de origem microbiana mais competitivos com os produtos químicos sintéticos. Assim, vários gêneros bacterianos já foram investigados como promotores de crescimento em plantas: *Agrobacterium*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Arhtroracter* e *Serratia* (LIMA et al., 2014) e em diversas culturas: trigo (SOUZA & LOPES, 2005), milho (DARTORA et al., 2013), cana-de-açúcar (RAMPAZZO, 2013), arroz de terras altas (NASCENTE et al., 2017a) e irrigado (NASCENTE et al., 2017b). Além das bactérias, alguns fungos também apresentam atuação benéfica no desenvolvimento de plantas, como é o caso do fungo *Trichoderma asperellum* (DONI et al., 2014).

A identificação de microrganismos benéficos coletados da rizosfera do arroz de terras altas (FILIPPI et al., 2011; FRANÇA et al., 2015), podem ser promissores para o uso em cultivares de arroz irrigado. Estudo realizado em casa de vegetação mostrou que esses microrganismos proporcionaram incrementos significativos nas trocas gasosas e produção de biomassa do arroz irrigado cultivar BRS Catiana (NASCENTE et al., 2017a). Nesse sentido, fica a dúvida se esses microrganismos benéficos atuam de forma similar em diversas cultivares dentro de uma mesma espécie vegetal. De acordo com Mendes et al. (2017), os microrganismos atuam de maneira diferenciada em cultivares da mesma espécie.

Adicionalmente, apesar dos benefícios proporcionados pelo uso de microrganismos benéficos na agricultura, no Brasil, ainda existem poucos estudos sobre o seu uso na cultura do arroz irrigado na região tropical. Por isso, esse estudo objetivou determinar o efeito de tipos e formas de aplicação de microrganismos benéficos no crescimento de plantas de arroz irrigado tropical cultivar BRS A702 CL, avaliado por meio da produção de biomassa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Arroz e Feijão, município de Santo Antônio de Goiás, entre junho e setembro de 2018. O solo utilizado foi proveniente da camada arável (0 - 0,20 m) de um Gleissolo Háplico. As características químicas do solo foram: pH (H₂O) = 6,1; Ca²⁺ = 78,4 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 20,9 mmol_c dm⁻³; H⁺ + Al³⁺ = 12 mmol_c dm⁻³; P = 35,9 mg dm⁻³; K⁺ = 203 mg dm⁻³; Cu²⁺ = 2,4 mg dm⁻³; Zn²⁺ = 2,9 mg dm⁻³; Fe³⁺ = 39 mg dm⁻³; Mn²⁺ = 28 mg dm⁻³ e Matéria orgânica = 24,7 g kg⁻¹.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 8 tratamentos e quatro

¹ Universidade Federal de Goiás, israelmmendes128@gmail.com.

² Embrapa Arroz e Feijão, GO-462, km 12 - Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - GO, 75375-000, adriano.nascente@embrapa.br.

³ Embrapa Arroz e Feijão, cristina.filippi@embrapa.br.

⁴ Embrapa Arroz e Feijão, anna.lanna@embrapa.br.

repetições. Os tratamentos constaram de sete microrganismos: *Bacillus* sp. (BRM32109 e BRM32110); *Pseudomonas fluorescens* (BRM32111); *Pseudomonas* sp. (BRM32112); *Burkholderia pyrrocinia* (BRM32113); *Serratia* sp. (BRM32114) e um pool de *Trichoderma asperellum* (mix de UFRA.T06 + UFRA.T09 + UFRA.T12 + UFRA.T52) e o controle, sem uso de microrganismos. Os microrganismos foram aplicados na cultura em três momentos: semente microbiolizada (semente); semente microbiolizada + suspensão do microrganismo regado no solo aos oito e 15 DAS (semente-solo) e semente microbiolizada + suspensão do microrganismo pulverizada na planta aos oito e 15 DAS (semente-planta). No tratamento controle, nesse momentos, utilizou-se água. Os isolados bacterianos (BRM32109; BRM32110; BRM32111; BRM32112; BRM32113; BRM32114) são partes integrantes da coleção de microrganismos da Embrapa Arroz e Feijão e os isolados fúngicos, pool de *T. asperellum*: UFRA.T06, UFRA.T09, UFRA.T12, e UFRA.T52 são partes integrantes da coleção de fungos da Universidade Federal Rural da Amazônia. Características bioquímicas e classificação taxonômica das rizobactérias BRM32109, BRM32110, BRM32111, BRM32112, BRM32113 e BRM32114 estão disponíveis em Nascente et al. (2017a). Para o gênero *Trichoderma* em Silva et al. (2011).

Para o preparo das suspensões com os microrganismos bacterianos foram cultivados em meio líquido 523 (caldo nutriente) (KADO & HESKETT, 1970), em incubadora agitadora, por 24 horas a 28 °C. A concentração da suspensão de cada microrganismo foi ajustada em espectrofotômetro a uma absorvância de 0,7 em comprimento de onda 540 nm, correspondendo a 1×10^8 unidades formadoras de colônia (UFC) por mL. As sementes foram imersas nas suspensões de células de cada bactéria para a microbiolização, e o controle imerso em água, durante 24 horas a temperatura de 25 °C, sob agitação constante, de acordo com metodologia proposta por Filippi et al. (2011). Para a microbiolização do pool de *T. asperellum*, o qual estava multiplicado e preservado em folhas de arroz trituradas, foram pesados 0,5 g de cada isolado, e preparada 6,7 mL de solução de cola branca (1%) para cada 200 g de sementes de arroz, que através de um saco plástico, foram agitadas com os isolados, induzindo todas as sementes conforme metodologia proposta por França et al. (2015). A aplicação da suspensão de microrganismos, aos oito e 15 DAS, foi realizada na forma de jato dirigido, com pulverizador manual tipo costal com pressão constante de CO₂, utilizando-se bico cônico tipo TX-VS2, com volume de calda aproximado de 100 L ha⁻¹.

Foram semeadas 15 sementes de arroz por vaso do genótipo mutagênico BRS A702 CL (resistente aos herbicidas do grupo das Imidazolinonas). A emergência das plântulas ocorreu sete dias após a semeadura (DAS) e o desbaste em 15 dias após a emergência (DAE), mantendo três plantas por vaso. No início do perfilhamento (15 DAE) foi realizada em todos os tratamentos a adubação nitrogenada (dois gramas de sulfato de amônio) e potássica (um grama de cloreto de potássio) por vaso e a lanço. A segunda adubação de cobertura (dois gramas de sulfato de amônio) foi realizada aos 26 DAE. O controle de plantas daninhas foi realizado, manualmente, junto com o desbaste de plantas (15 DAE) e não houve necessidade de intervenção para controle de pragas e doenças.

A coleta da parte aérea das plantas de arroz foi realizada aos 99 DAE (estádio R3), período em que 50% das plantas de arroz irrigado se encontravam em florescimento pleno. Em seguida, o material vegetal foi seco em estufa a 65 °C até peso constante e, pesado para a determinação da massa seca da parte aérea.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando detectada significância, as médias foram comparadas pelo teste LSD ($p \leq 0,05$). Adicionalmente, os tratamentos foram comparados com o controle pelo teste de Dunnett ao nível de significância 0,05. Utilizou-se o pacote estatístico SAS

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O isolado BRM32114 (*Serratia* sp.) proporcionou a maior produção de biomassa seca da parte aérea do arroz (61,24 g) e diferiu do tratamento controle (Tabela 1). Os isolados BRM32111 (*Pseudomonas fluorescens*); BRM32113 (*Burkholderia pyrrocinia*) e pool de *T. asperellum* também contribuíram significativamente para o incremento de biomassa, com produção de 58,73; 56,89 e 56,62, g respectivamente. Outros autores também mostraram melhor desenvolvimento de plantas de arroz com o uso de microrganismos benéficos, por exemplo, Sperandio et al. (2017) comparou os isolados BRM32114 e BRM32109 (*Serratia* sp. e *Bacillus* sp.) com tratamento sem microrganismo, em plantas de arroz de terras altas cultivar BRS Primavera e concluíram que o isolado BRM32114 foi o mais efetivo em proporcionar incrementos na produção de biomassa e na supressão do patógeno causador da brusone (*Magnaporthe oryzae*). Souza (2014) constatou que *T. asperellum* proporcionou produção em média 45,6% a mais de biomassa em plantas de arroz (BRS Primavera) em comparação com o tratamento sem microrganismo. Este mesmo autor relatou redução significativa de 96% e 67% de brusone foliar com o uso dos isolados BRM32113 e BRM32111 (*Burkholderia pyrrocinia* e *Pseudomonas fluorescens*) respectivamente. Rêgo et al. (2014) avaliaram a arquitetura de raiz e observaram que sementes de arroz BRS Primavera, tratadas com os isolados pool de *T. asperellum*, BRM32113 e BRM32111, produziram plântulas com aumento no comprimento radicular, expansão do córtex (aumento de 2%) nos espaços do aerênquima, além do aumento do diâmetro e volume de raízes. Incrementos no desenvolvimento radicular pode ser uma possível explicação da maior produção de biomassa proporcionada pelos microrganismos as plantas de arroz.

Os microrganismos utilizados no presente trabalho foram coletados da rizosfera do arroz de terras altas (FILIPPI et al., 2011). Entretanto, proporcionaram incrementos significativos nas trocas gasosas e produção de biomassa no arroz irrigado. Nascente et al. (2017b) também relataram que a cultivar de arroz irrigado BRS Catiana apresentou maior acúmulo de biomassa quando as plantas foram tratadas com o isolado BRM32109 (*Bacillus* sp.), comparativamente ao tratamento controle. Nesse sentido, vale ressaltar a necessidade de mais estudos com os microrganismos, devido à especificidade de espécies desses com espécies de plantas e, mesmo entre variedades de uma mesma espécie vegetal. Uma vez que, no arroz irrigado cultivar BRS Catiana o melhor microrganismo foi o isolado BRM32109 (*Bacillus* sp.) (Nascente et al., 2017b) e, no presente trabalho, com a cultivar BRS A702 CL foi o isolado BRM32114 (*Serratia* sp.) que proporcionou os melhores resultados. Esses resultados corroboram as informações de Mendes et al. (2017) que relataram que os microrganismos atuam diferentemente em diferentes cultivares dentro da mesma espécie.

Tabela 1. Produção de biomassa seca de parte aérea de plantas de arroz irrigado tropical, cultivar BRS A702 CL, tratadas com diferentes tipos e formas de aplicação de microrganismos benéficos.

Microrganismo benéfico	Biomassa seca de parte aérea
	gramas
BRM32114	61,24 a**
BRM32111	58,73 ab
BRM32113	56,89 abc
pool de <i>T. asperellum</i>	56,62 abc
BRM32112	53,59 bcd
BRM32110	51,21 cd
BRM32109	48,31 d
Controle	47,94

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste LSD. Comparações entre microrganismos e controle, significativas pelo teste

de Dunnett ao nível de significância 0,05 indicadas por **.

CONCLUSÃO

Os microrganismos benéficos BRM32114 seguido por BRM32111, BRM32112 e pool de *T. asperellum* proporcionaram incremento médio de 20% no acúmulo de biomassa seca da parte aérea de plantas de arroz irrigado tropical em relação ao tratamento controle.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa em produtividade de pesquisa ao segundo e terceiro autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D. et al. et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013.
- DONI, F.; ISAHAK, A.; ZAIN, C.R.C.M. et al. Physiological and growth response of rice plants (*Oryza sativa* L.) to *Trichoderma* spp. inoculants. **AMB Express**, v. 4, n. 45, p. 285-290, 2014.
- FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B.; SILVA-LOBO, V. L. et al. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. **Biological Control**, v.58, n.2, p.160-166, 2011.
- FRANÇA, S.K.S.; CARDOSO, A.F.; LUSTOSA, D.C. et al. Biocontrol of sheath blight by *Trichoderma asperellum* in tropical lowland rice. **Agronomy for Sustainable Development**, v.35, n.1, p.317-324, 2015.
- KADO, C. J.; HESKETT, M. G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, v.60, n.6, p.969-976. 1970.
- MENDES, L.W.; RAAIJMAKERS, J.M.; HOLLANDER, M. et al. Influence of resistance breeding in common bean on rhizosphere microbiome composition and function. **The ISME Journal**, v.12, n.1, p.212-224, 2017.
- NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C. 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**, v.24, n.3, p.2956-2965, 2017a.
- NASCENTE, A.S.; FILIPPI, M.C.C.; LANNA, A.C. et al. Effects of beneficial microorganisms on lowland rice development. **Environmental Science and Pollution Research**, v.24, n.32, p.25233-25242, 2017b.
- RAMPAZZO, P.E. **Interação entre rizobactérias e cana-de-açúcar sob diferentes condições de umidade do substrato**: crescimento, fotossíntese e relações hídricas. 2013. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agronômico de Campinas, 2013.
- RÊGO, M. C. F.; ILKIU-BORGES, F.; FILIPPI, M. C. C. et al. Morphoanatomical and biochemical changes in the roots of rice plants induced by plant growth-promoting microorganisms. **Journal of Botany**, v.2014, n.1, p.1-10, 2014.
- SOUZA, R; LOPES, I. J. Efeito do Soil-borne wheat mosaic vírus sobre o metabolismo de cinco genótipos de trigo com diferentes níveis de resistência à doença. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.4, p.400-403, 2005.
- SOUZA, A. C. A. **Interação entre silicato de cálcio e magnésio e bioagentes na supressão de brusone foliar**. 2014. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitossanidade) – Universidade Federal de Goiás, 2014.
- SPERANDIO, E. M.; VALE, H. M. M.; REIS, M. S. et al. Evaluation of rhizobacteria in upland rice in Brazil: growth promotion and interaction of induced defense responses against leaf blast (*Magnaporthe oryzae*). **Acta Physiologiae Plantarum**, v.39, n.1, p.258-270, 2017.