

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ INOCULADOS COM *Bacillus subtilis* EM CULTIVO IRRIGADO POR ASPERSÃO

Barbara Alessandro Gomes¹; Orivaldo Arf²; Lucas Martins Garé³; Fernando de Souza Buzo³; Nayara Fernanda Siviero Garcia³; Marco Henrique Malheiros Bassi⁴; Isabela Martins Bueno Gato⁴; Letícia Zylmennith de Souza Sales³; Otávio Masson Martins⁴; Pedro Henrique Giova da Silva⁴.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., bactéria promotora de crescimento, produtividade de grãos

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é essencial para a segurança alimentar e nutricional da população mundial sendo, portanto, a base da alimentação de muitos povos (FAO, 2017). Destacando-se como um dos cereais mais consumidos e cultivados no mundo, a sua produção mundial foi de 490,70 milhões de toneladas na Safra 2018/19 (USDA, 2018). De acordo com as estimativas da Conab, a área brasileira de arroz na safra 2018/19 deverá ser 13,9% menor que a área cultivada na safra anterior 2017/18. A produção deverá experimentar redução estimada em 12,2% quando comparada à safra passada, porém a estimativa de produção é de 6.243 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). O arroz mais produzido e consumido mundialmente é o arroz branco do tipo 1. Contudo, nos últimos anos surgiram variedades de arroz tipo especial através de cruzamentos e seleção de linhagens genéticas. Estes tipos de arrozes especiais, com pericarpo colorido, por possuírem valor de mercado diferenciado, podem ser oportunidade e alternativa ao produtor para diversificar e fomentar a renda. A maioria das variedades de arroz tipo especial apresentam características nutricionais superiores às do arroz branco do tipo 1, grãos com pericarpo vermelho e preto e apresentam maior concentração de compostos fenólicos do que aqueles com pericarpo marrom-claro (SHAO et al., 2014; PENGKUMSRI et al., 2015).

Na produção dessa cultura, as condições edafoclimáticas afetam diretamente nos resultados finais de sua produtividade (TERRA et al., 2013). O comportamento fenotípico de cultivares de arroz é altamente influenciado pelos diferentes fatores ambientais, como: local, época de semeadura e safra de cultivo.

No entanto, não somente as condições climáticas influenciam no comportamento das cultivares de arroz. Pode-se dizer que os microrganismos, como as bactérias, sendo a maioria encontradas na região da rizosfera, podem atuar de maneira benéfica na planta, induzindo mudanças na fisiologia e permitindo melhoras nos processos de floração, germinação e estabelecimento de plantas, além da possibilidade de atuar como agentes protetores contra patógenos e sintetizar fitormônios (EGAMBERDIYEVA; HÖFLICH, 2004; KENNEDY; CHOUDHURY; KECSKÉS, 2004; COMPANT et al., 2005; HAYAT et al., 2010). Nesse contexto, as bactérias do gênero *Bacillus* estão entre as mais abundantes na rizosfera e, segundo a literatura, a espécie tem potencial de ação na germinação e emergência de plântulas, crescimento aéreo e radicular, na produtividade, no auxílio a superação das plantas frente às adversidades abióticas (LAZZARETI; BETTIOL, 1997; LIMA et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se verificar o potencial produtivo de cultivares de arroz, entre eles tipos especiais, em conjunto com *Bacillus subtilis* inoculado nas sementes, na região de

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Agrônoma da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira- SP; email: ba.gomees@gmail.com

² Docente do Curso de Agronomia da UNESP - Ilha Solteira.

³ Pós-Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira

⁴ Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira

cerrado brasileiro com utilização de irrigação por aspersão

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido durante a safra 2018/19 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp (FEPE), Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS). O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (SANTOS et al., 2013).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 5 tratamentos, constituídos por diferentes genótipos de arroz (IAC 600, IAC 500, IAC 203, BRS Esmeralda e BRS A501CL). Os tratamentos consistiram na combinação das 5 cultivares com a inoculação ou não de *Bacillus subtilis* nas sementes, sendo um esquema fatorial 5x2. As parcelas experimentais foram constituídas por cinco linhas de 5 metros de comprimento com espaçamento nas entrelinhas de 0,35 metros, a densidade de sementes foi feita através do poder germinativo de cada cultivar objetivando-se obter 180 plantas por m². Fez-se o preparo convencional do solo com aração e gradagem, posteriormente foi realizada a semeadura manual no dia 22/11/2018. As sementes foram devidamente tratadas com Standak Top[®] (piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil; 25 g/L⁻¹ + 225 g/L⁻¹ + 250 g/L⁻¹), seguindo a dose recomendada de 2 mL kg⁻¹ de sementes. Realizou-se uma adubação de base utilizando 250 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 baseada nas características químicas do solo e nas recomendações de Raij et al. (1996). A emergência de plantas ocorreu em 29/11/2018. Foram realizadas duas adubações nitrogenadas na dose de 40 kg ha⁻¹ de ureia (20/12/2018 e 08/01/2019). Utilizou-se para o fornecimento de água um sistema de irrigação por aspersão do tipo pivô central, apresentando precipitação média de 13 mm em cada irrigação.

A colheita foi realizada manualmente quando as panículas estavam maduras. Na sequência, realizou-se a trilha mecânica do material colhido, retirando-se os grãos e colocando-os em bandejas de papel para secagem natural, até atingirem umidade próxima de 13%. Foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas, número de panículas por m², quantidade de grãos cheios, grãos chochos e grãos totais por panícula, massa hectolétrica, massa de cem grãos e produtividade.

Os dados foram analisados quanto à análise de variância (teste F) e teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para comparação de médias, utilizando-se do programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros altura de plantas, massa hectolétrica, massa de cem grãos, número de grãos cheios e chochos por panícula e produtividade de grãos de arroz não foram influenciados pela aplicação de *B.subtilis*. Contudo, o número de panículas por m² aumentou com a inoculação das sementes (Tabela 1). Em relação aos cultivares, o BRS Esmeralda e BRS A501CL apresentaram as maiores alturas de planta quando comparados aos demais, sendo que a cultivar IAC 600 apresentou menor altura. Deve-se ressaltar que, segundo Kono (1995), características fenotípicas do genótipo (peso da panícula, altura de planta, número de panículas por unidade de área) influenciam no acamamento das plantas de arroz, nesse sentido, a maior altura não é desejável.

Os cultivares IAC 500 e IAC 203 apresentaram maiores massa hectolétrica, sendo que os demais não diferiram entre si (Tabela 1). Para o número de panículas por metro, a cultivar IAC 600 (arroz preto) foi superior em relação aos demais. O número de panículas por área é um dos componentes que mais contribui para a produtividade de grãos em casca (EVANS; BHATT, 1977).

No que se refere à massa de 100 grãos, o tratamento com a menor média foi o IAC 600 único que se diferenciou das demais cultivares utilizadas. Para o número de grãos cheios por panícula, as cultivares BRS Esmeralda e IAC 203 não diferiram entre si apresentando as maiores médias, já a cultivar IAC 600 apresentou a menor média, diferindo dos demais (Tabela 1).

Analisando o número de grãos chochos por panículas, a cultivar com a maior média destacando-se de maneira negativa foi BRS Esmeralda, seguido de IAC 500 e IAC 203. Já a cultivar IAC 600 apresentou a menor média sendo, portanto, um aspecto positivo (Tabela 1).

Para o parâmetro produtividade (kg ha^{-1}), o único que diferiu dos demais foi o IAC 600 apresentando a menor média em relação as demais cultivares. Todavia, de acordo com o Instituto Agrônomo de Campinas (2004), a cultivar IAC 600 quando comparada às cultivares de arroz IAC 500 arroz aromático (utilizada no trabalho) e IAC 202 (não utilizada no trabalho), não atinge as mesmas produtividades, sendo de 25 a 35% menor, mas devido ao seu alto valor agregado, para nichos específicos de mercado, doméstico e internacional, justifica-se a sua recomendação para as regiões produtoras de arroz do Estado de São Paulo, tanto para cultivo irrigado, como de terras altas com irrigação suplementar (Tabela 1).

Tabela 1. Altura de plantas, massa hectolétrica, número de panículas por metro quadrado, massa de cem grãos, número de grãos cheios e chochos por panícula e produtividade de grãos (PG) de cultivares de arroz submetidos ou não à inoculação de *Bacillus subtilis*, Selvíria - MS, 2018/19.

Tratamentos B. subtilis (B)	Altura (cm)	Massa hectolétrica	Panículas m^{-2}	massa 100 (g)	cheio panícula ⁻¹	chochos panícula ⁻¹	PG (kg ha^{-1})
Com	1,02	39,02	312,62a	2,28	100,22	43,23	4551,97
Sem	1,03	39,61	299,5b	2,29	100,68	50,69	4319,53
Cultivares (C)							
IAC 600	0,82c	34,93b	396,87a	2,14b	57,45c	22,83a	2697,74b
A501 CL	1,18a	36,03b	300,93b	2,38a	98,77b	39,76b	5090,07a
IAC 500	0,85c	45,62a	318,75b	2,27a	101,94b	56,68c	5398,68a
ESMERALDA	1,17a	38,47b	250,62c	2,34a	116,98a	68,11d	4634,12a
IAC 203	1,09b	41,53a	263,12c	2,31a	127,12a	47,43c	4358,14a
B	0,41	0,08	0,56	0,087	0,008	3,017	0,38
C	104,69**	3,65*	8,73**	2,769*	20,77**	12,76**	6,27*
B x C	0,36	1,26	0,78	1,281	0,495	1,732	0,36
CV (%)	4,71	16,33	18,07	6,78	16,46	28,90	26,77
Média Geral	1,02	39,31	306,06	2,29	100,45	46,96	4435,75

*, ** = significativo pelo teste F a 5 e 1%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A cultivar IAC 500 (aromático) foi a mais produtiva dentre as cultivares pesquisadas, destacando-se na maioria das análises, sendo recomendada para a região do cerrado brasileiro com a utilização de irrigação por aspersão.

A inoculação das sementes de arroz com *Bacillus subtilis* não afetou o desenvolvimento das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMPANT, S.; DUFFY, B.; NOWAK, J.; CLEMENT, C.; BARKA, E. A. Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 9, p. 4951–4959, 1 set. 2005.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira 2018/19** – grãos. Oitavo levantamento, maio de 2019. CONAB 2019.
- EGAMBERDIYEVA, D.; HÖFLICH, G. Effect of plant growth-promoting bacteria on growth and nutrient uptake of cotton and pea in a semi-arid region of Uzbekistan. **Journal of Arid Environments**, v. 56, n. 2, p. 293–301, 1 jan. 2004.
- EVANS, L.E.; BHATT, G.M. Influence of seed size, protein content and cultivar on early seedling vigor in rice.

Canadian Journal of Plant Science; Ottawa.v. 57; p.929-935, 1977

Food And Agriculture Organization of The United Nations (FAO/ONU). **The Future of Food and Agriculture**. Roma, 2017.

HAYAT, R.; ALI, S.; AMARA, U.; KHALID, R.; AHMED, I. Soil Beneficial Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion: A Review. **Annals of Microbiology**, v. 60, n. 4, p. 579–598, 1 dez. 2010.

IAC-600: primeira cultivar de arroz preto para o Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 20, 2004.

KENNEDY, I. R.; CHOUDHURY, A. T. M. A.; KECSKÉS, M. L. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? **Soil Biology and Biochemistry**, Nitrogen Fixation in Australian Agricultural Systems: 13th Australian Nitrogen Fixation Conference. v. 36, n. 8, p. 1229–1244, 1 ago. 2004.

KONO, M. Physiological aspects of lodging. In: MATSUO, T. et al. **Science of the rice plant**. Tokyo, Japan : Nobunkyo, 1995. v.2, cap.4, p.971-982.

LAZZARETI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado a base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis* **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 54, p. 89-96, 1997.

LIMA, F. et al. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, [s.l.], v. 6, n. 4, p.657-666, 31 dez. 2011. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1429>.

PENGKUMSRI, N.; CHAIYASUT, C.; SAENJUM, C.; SIRILUN, S.; PEERAJAN, S.; SUWANNALERT, P.; SIRISATTHA, S.; SIVAMARUTHI, B. S. Physicochemical and antioxidative properties of black, brown and red rice varieties of northern Thailand. **Food Science and Technology**, v.35, n. 2, p. 331-338, 2015.

RAIJ, B. van, CANTARELA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SHAO, Y.F., JIN, L., ZHANG, G., LU, Y., SHEN, Y., BAO, J.S. Association mapping of grain color, phenolic content, flavonoid content and antioxidant capacity in dehulled rice. **Theoretical and Applied Genetics**. v. 122, p. 1005-1016, 2011.

TERRA, T. G. R.; LEAL, T. C. A. B.; BORÉM, A.; RANGEL, H. N. R. Tolerância de linhagens de arroz de terras altas à seca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v.43, n.2, p.201-208, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S198340632013000200013>

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE/FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE USDA/FAS. **Grain: world markets and trade**, 2018.