

Avaliação de caracteres agrônômicos e produtividade em milho verão inoculados via tratamento de sementes com fungos e bactérias.

Gabriel Fernandes de Melo Pena, Júlia Galleni Boscon, Heloísa Marchini Lourenço, Sergio Vicente de Azevedo. Instituto Federal de São Paulo Campus Barretos. gabrielf.m.pena@gmail.com

Palavras chaves: *Zea mays*, *Bacillus*, *Trichoderma harzianum*

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae (PASSOS & FILHO, 1973; PATERNIANI; CAMPOS, 1999), tendo grande importância socioeconômica no Brasil, visto que constitui parte dos insumos utilizados no segmento produtivo das cadeias de suinocultura, avicultura e bovinocultura de leite nas formas de farelo, ração e silagem. Além disso, é utilizado na alimentação humana nas formas *in natura* e como subprodutos através de pães, farinhas e massas (ABIMILHO, 2019). A produtividade desta cultura no Brasil na safra 2020/2021, foi de 265,9 milhões de toneladas de grãos, ultrapassando 9 milhões de toneladas em relação à safra de 2019/2020 (CONAB, 2021). Apesar do grande volume produzido, as médias de produtividade do Brasil são consideradas baixas, haja vista que, enquanto a média no país é de 4158 kg.ha⁻¹ nos Estados Unidos os valores chegam a 10340 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2010; USDA, 2011).

Um dos grandes desafios mundiais atuais, evidenciados ainda mais durante a guerra entre a Ucrânia e a Rússia, com a interrupção do fornecimento de agroquímicos, em especial fertilizantes, é a diminuição na dependência da agricultura nacional por produtos não renováveis. Uma alternativa viável a este desafio são os microrganismos, dentre os quais os fungos e bactérias, que vêm contribuindo na solubilização de nutrientes, promoção de crescimento de plantas, no controle de pragas e incremento da produtividade. Dentre os microrganismos de interesse agrícola, os fungos do gênero *Trichoderma spp.* um fungo de vida livre, tem se mostrado efetivo na promoção de crescimento vegetal, no controle biológico de fitopatógenos (MACHADO *et al.*, 2012) e aumento da produtividade em soja e milho (RIBEIRO *et al.* 2021., CHRISTIANO *et al.* 2021.)

Assim como os fungos, as bactérias também se apresentam como importantes ferramentas para uma agricultura sustentável, em especial as do gênero *Bacillus*, responsáveis, dentre outros, pela disponibilização de nutrientes e estímulo do crescimento radicular, solubilização de fósforo e de potássio, produção de fito hormônios além controle de fitopatógenos (GUPTA *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2018).

Objetivos

Avaliar a eficiência de produtos à base de microrganismos *Beauveria bassiana*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, via tratamento de semente, sobre a produtividade da cultura do Milho (*Zea mays*).

Material e Métodos

O experimento foi instalado na Unidade Agrícola do Instituto Federal de São Paulo Câmpus Barretos. Coordenadas: Latitude -20.509503° Longitude -48.562299°. A variedade de semente utilizada foi Brevant® B2688PWU / 2B688RR. O preparo de solo foi gradagem, seguida de adubação de plantio NPK 4:14:8 (300 g.ha⁻¹). O experimento foi delineado em blocos casualizados, com cinco tratamentos em quintuplicatas, com parcelas de 2m (largura) x 6m (lineares), espaçamento de 0,5m entre as linhas e população de 60.000 plantas por hectare (3 sementes por metro). Na condução do ensaio foi necessária fazer a aplicação de herbicida Glifosato® para controle de daninhas e uma aplicação de inseticida à base de *Metarhizium anisopliae* e *Isária Fumosorosea*. Os microrganismos foram aplicados via tratamento de sementes. Tratamentos: Tratamento 1: *Beauveria bassiana* (300g.kg⁻¹ de semente); Tratamento 2: *Trichoderma harzianum* (2ml.kg⁻¹ de semente); Tratamento 3: testemunha; Tratamento 4: *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium* (2ml.kg⁻¹ de semente); Tratamento 5: *Beauveria bassiana* (300g.kg⁻¹ de semente) e *Trichoderma harzianum* (2ml.kg⁻¹ de semente). As avaliações foram feitas em diferentes estádios do desenvolvimento da planta, coletando os dados das linhas do meio e evitando as bordas. O *stand* foi estabelecido aos 10 dias após plantio, contando o número de plantas em 5 metros lineares de todas as parcelas. A altura de planta foi checada aos 20, 40, 60 dias após plantio e colheita, avaliando 5 plantas por parcela. O percentual de folhas senescentes foi estabelecido em V5, R1 e R5, com a contagem de folhas totais e folhas senescentes de 3 plantas por parcela (menos que 50% da área foliar verde) e estabelecimento do percentual. Na colheita,

adicionalmente, foi observada a altura da inserção da primeira espiga, o número de espiga por metro, o número de espiga por planta, o número de grãos por espiga, o peso de mil grãos e o rendimento de grãos à 13% de umidade. O número de grãos por espiga e o peso de mil grãos foram estabelecidos com a coleta de três espigas por parcela, com a contagem dos grãos, que foram separados da espiga, misturados e contados em grupos de 1000 grãos. A produtividade foi estimada a partir do peso médio de 1 grão, multiplicado pelo número médio de grãos por espiga, obtendo-se assim o peso médio de uma espiga, que foi multiplicado pela população e 60.000 plantas por hectare (considerando uma espiga por planta), obtendo-se a produtividade em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ que foi convertida em sacas de 60kg. Os dados foram analisados estatisticamente através de análise de variância ANOVA, seguida do teste de Tukey, a 95% de intervalo de confiança, utilizando-se o programa GraphPadPrism.

Resultados e Discussão

De todos os parâmetros observados, foram verificadas diferenças estatísticas apenas em relação à altura aos 20 e 60 dias, com o tratamento 2 se destacando aos 20 dias em relação à testemunha (T3) e aos 60 dias com os tratamentos 4 e 5 apresentando maiores valores em relação à testemunha (T3) (Figura 1). Para os outros gráficos, embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas, as diferenças numéricas entre as médias (Figura 2) sugerem uma maior resistência ao stress, com um menor % de folhas senescentes para os mesmos tratamentos. Esses dados estão alinhados ao observado para a produtividade onde verificou-se maiores ganhos para tratamentos T4, T2 e T5 (Figura 3), com o tratamento 4 (consórcio das bactérias *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*) apresentando o maior incremento em relação à testemunha (36 sacas), seguido do tratamento 2 (*T. harzianum*) com 21 sacas e do tratamento 5 (*B. bassiana* e *T. harzianum*) com 16 sacas. Esses resultados corroboram com o observado por outros autores, como Chen e colaboradores (2007) e Paes (2006) que verificaram o aumento do peso de grãos em milho tratado com bactérias *B. amyloliquefaciens*, devido a capacidade desses organismos de estimularem a quebra do amido e a translocação desses carboidratos para os grãos, aumentando o peso do mesmo. Resultados parecidos foram observados, também, por Christiano e colaboradores (2021) em milho tratado com produtos a base de *Trichoderma* aumentando a produtividade da área.

Outro ponto importante que os resultados aqui observados trazem à luz é a possibilidade de combinações de diferentes microrganismos,

consorciando fungo/fungo, bactéria/bactéria e fungo/bactérias. Olanrewaju e Babalola (2019) verificaram que consórcios microbianos aumentaram os parâmetros de crescimento vegetativo e produtivo de plantas em comparação aos tratamentos que foram inoculados com apenas um microrganismo, servindo como fontes viáveis de fertilizantes. Ferreira (2018) e Wagatsuma e colaboradores (2012) demonstraram que o uso de produtos à base de *Bacillus* e *Trichoderma* influenciaram na altura das plantas de milho. Andreotti e colaboradores (2008) constataram que sementes tratadas com bactérias do gênero *Bacillus spp* teve um aumento na massa de mil grãos.

Os resultados aqui observados confirmaram a importância dos microrganismos para o aumento da produtividade e consequente lucros em cultura de milho, tanto quando utilizados de forma isolada quanto em consórcios de bactérias e fungos.

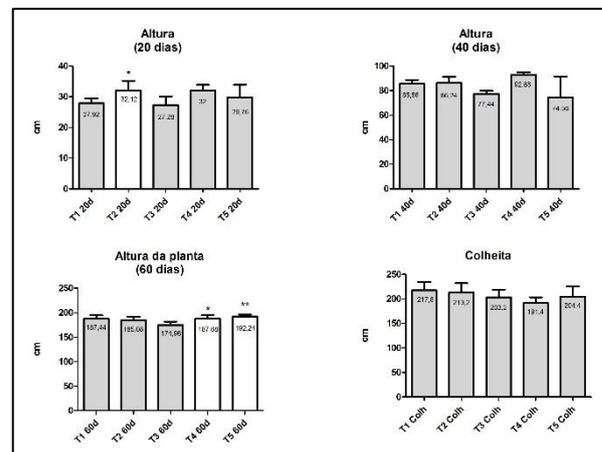


Figura 1: Altura de planta aos 20, 40 e 60 dias e na colheita.

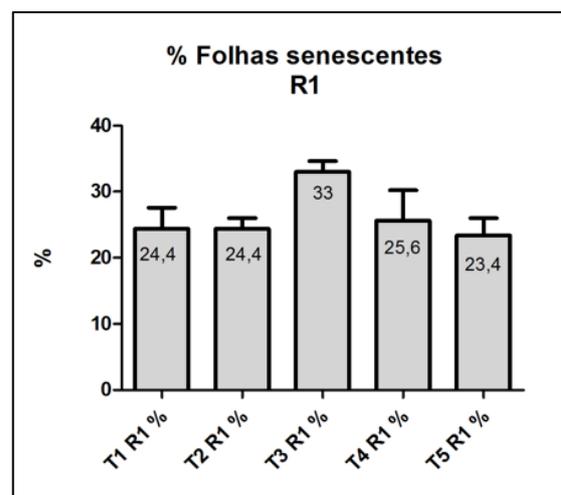


Figura 2: Percentagem de folhas senescente em R1.

Produtividade (13% umidade)					
Amostra	T1	T2	T3	T4	T5
Peso 1000 grãos (g)	208,0	234,3	191,7	250,3	229,0
Peso de 1 grão (g)	0,2080	0,2343	0,1917	0,2503	0,2290
N. de grãos espiga	431,60	509,20	512,33	537,60	498,00
Peso espiga (g)	89,8	119,3	98,2	134,6	114,0
População	60000,0	60000,0	60000,0	60000,0	60000,0
Produtividade (kg)	5386,4	7157,1	5892,3	8074,0	6842,3
Sacas/ha	89,77	119,29	98,20	134,57	114,04

Figura 3: Tabela de produtividade estimada.

Conclusões

Alguns dos microrganismos testados aparentemente contribuíram com o incremento da produção na lavoura de milho verão, nas condições do ensaio, tanto isoladamente (*T. harzianum*), quanto em consórcio de fungos (*T. harzianum* e *B. bassiana*) e de bactérias (*B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*), fazendo-se necessários novos ensaios para obtenção de resultados mais conclusivos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo Vital pelo fomento das bolsas e dos insumos necessários para a implementação do projeto.

Agradecemos aos alunos João Pedro Luzitano, João Francoso, Raul Guilherme Fonseca, Alexandre Roberto de Oliveira, Rodrigo Diogo Alves de Oliveira, Rafael de Jesus de Jesus Lopes Martines, Thaís Ferreira Christiano, Thatyane da Silva Ribeiro e Thiago Januario, que também são membros do grupo de pesquisa GEPEDbio, pela contribuição na coleta de dados do presente trabalho

Referências Bibliográficas

ABIMILHO. **O Cereal que enriquece a alimentação humana**, 2019. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/milho/cereal#:~:text=Muito%20energ%C3%A9tico%2C%20o%20milho%20traz,gr%C3%A3os%20s%C3%A3o%20ricas%20em%20fibras.&text=Maior%20que%20as%20qualidades%20nutricionais,o%20a proveitamento%20na%20alimenta%C3%A7%C3%A3o%20humana>. Acesso em: 23 maio. de 2022

ANDREOTTI, M.; LODO, B. N.; BASSO, F. C.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S. **Avaliação da eficácia agrônômica do inoculante Rizofós contendo Pseudomonas fluorescens em cultivo de milho safrinha**. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 28, 2010, Londrina. Anais...Londrina: SBCS, 2008. Acesso em: 24 maio. 2022.

CHEN, X. H., *et al.* **Comparative analysis of the complete genome sequence of the plant growth-promoting bacterium *Bacillus amyloliquefaciens***

FZB42. *Nature biotechnology*, 25(9), 2007. Acesso em: 24 maio. 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. **Levantamento da safra de grãos (2020/2021)**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 23 maio. 2022

CHRISTIANO, T.F., RIBEIRO, T. S., GIRARDI, J.V.F, NEMOTO, L.R; AZEVEDO, S.V. **Avaliação agrônômica em milho (*Zea mays*) tratado com produtos biológicos a base de *Bacillus*, *Trichoderma* e *Azospirillum* via tratamento de semente no município de Barretos-SP**. Resumo SPI Disponível em: <https://intra.brt.ifsp.edu.br/eventos/spi/arquivos/artigos/20212/14.pdf>. Acesso em> 22 de maio de 2022.

DONICLEITON DOS SANTOS ALVES FERREIRA. **EFICIÊNCIA DO *Bacillus amyloliquefaciens* NA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE NO MILHO**. SINOP MATO GROSSO - BRASIL 2018. Acesso em: 2

MACHADO, D. F. M. *et al.* ***Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente**. Revista de Ciências Agrárias. v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012. Acesso em: 19 jan. 2021.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; OWEN, D.; GUPTA, G.; RIBEIRO, V. P. **Recomendação agrônômica de cepas de *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* na cultura do milho**. 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/recomendacao-agronomica-de-cepas-de-bacillussubtilis-e-bacillus-megaterium-na-cultura-do-milho/>. Acesso 25 maio.2022

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Acesso em: 24 maio. 2022.

PASSOS, S. M. G.; FILHO, V. C. **Principais Culturas**. V.1. Campinas, SP, 1973. p.192. Acesso em: 23 maio. 2022.

RIBEIRO, T.S.; CHHRISTIANO, T. F.; GIRARDI, J.V.F.; *et al.* **Avaliação agrônômica de soja tratada com produtos a base de *Trichoderma harzianum* em área localizada no município de Barretos-SP**. Resumo SPI Disponível em: <https://intra.brt.ifsp.edu.br/eventos/spi/arquivos/artigos/20212/14.pdf>. Acesso em> 22 de maio de 2022.

WAGATSUMA, E. *et al.* **Influencia de *Azospirillum brasiliense* e *Trichoderma harzianum* na cultura do milho**. Cultivando saber 2012. Acesso 25 maio 2022.