

Efeito de promotores de crescimento microbianos em plântulas de milho crescidas em solução nutritiva com estresse de polietilenoglicol¹

Chainheny Gomes de Carvalho², Beatriz Rodrigues Olimpio³, Vitória Palhares Ribeiro⁴, Christiane Abreu de Oliveira Paiva⁵, Eliane Aparecida Gomes⁵, Ubiraci Gomes de Paula Lana⁶, Sylvia Morais de Sousa⁵

¹Trabalho financiado pelo CNPq

²Estudante do Curso de Ciências Biológicas Bacharelado do Centro Universitário de Sete Lagoas, Bolsista PIBIC do Convênio CNPq

³Estudante da Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas (ETMSL),

⁴Bolsista DTI CNPq

⁵Pesquisador(a) da Embrapa Milho e Sorgo

⁶Analista de Laboratório da Embrapa Milho e Sorgo

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal com alto valor energético, potencial produtivo e relevante papel socioeconômico, em razão da sua grande diversidade de aplicações, sendo amplamente comercializado no mundo. Além de proporcionar a expansão do setor primário, com a geração de empregos, é matéria-prima essencial para inúmeros processos agroindustriais, sendo direcionado ao consumo humano ou animal. No Brasil, é considerado o cereal mais cultivado e consumido, sendo que na safra de 2016/2017 foram produzidas 97,2 milhões de toneladas, numa área de 17,1 milhões de hectares (Conab, 2018).

Diversos estresses bióticos e abióticos podem comprometer a produtividade do milho, especialmente o déficit hídrico que pode impactar drasticamente sua produção. Plantas sob estresse hídrico fecham os estômatos, reduzem a taxa fotossintética, por causa da diminuição da captura de CO₂, o que faz com que a planta de milho consuma suas reservas de carboidratos a fim de suprir a falta de energia e obter compostos osmorreguladores (Sicher; Barnaby, 2012). Dentro desse contexto, novas tecnologias têm sido desenvolvidas com a finalidade de aumentar a produtividade do milho, dentre elas a utilização de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), que têm se mostrado uma tecnologia promissora para reduzir o efeito dos estresses abióticos (Calvo et al., 2014; Du Jardin, 2015). Portanto, esse trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de dois inoculantes bacterianos em plântulas de milho crescidas em solução nutritiva com e sem estresse hídrico simulado com polietilenoglicol (PEG).

Material e Métodos

Foram utilizadas duas cepas de bactérias promotoras de crescimento de plantas (B2084 e B119), do banco de Microrganismos Multifuncionais, e um genótipo de milho L521236/CMSM036, do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

As sementes de milho foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 0,5% por cinco minutos, lavadas e embebidas durante quatro horas em água deionizada e germinadas em papel de germinação em câmara de crescimento. Após a germinação das sementes por quatro dias, quatro plântulas uniformes para cada tratamento (Tabela 1) foram transplantadas para bandejas contendo solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65 (Liu et al., 1998) e foram colocadas em câmara de crescimento sob condições controladas de temperatura, luminosidade e aeração. Após a aclimação por sete dias, as plântulas foram deixadas por seis horas em temperatura ambiente (25 ± 1 °C) com os inóculos bacterianos formulados B2084 e B119 diluídos em solução salina 0,85% (m/v) numa concentração de 10^7 unidades formadoras de colônia (cfu)/mL, sendo que o controle negativo foi colocado apenas em solução salina 0,85% (m/v). As plântulas com os inóculos foram agitadas manualmente em intervalos frequentes para facilitar o contato da bactéria com as raízes e, posteriormente, recolocadas em solução nutritiva por mais sete dias. O estresse hídrico foi induzido por polietilenoglicol (PEG) 6000 10% (m/v) por três dias e após esse período o sistema radicular foi separado da parte aérea e fotografado com a câmera digital (Nikon D300S SLR). As imagens obtidas foram analisadas com o auxílio dos softwares RootReader2D e WinRhizo v. 4.0 (Régent Systems, Quebec, Canadá), sendo quantificadas diversas características de morfologia radicular, como comprimento radicular total (cm), área de superfície total (cm^2), área de superfície de raízes entre 0-1 mm, 1-2 mm e maiores do que 2 mm (cm^2) (Sousa et al., 2012).

Tabela 1. Tratamentos com diferentes cepas na ausência e presença de 10% PEG.

Tratamento	Cepa	10% PEG 6000
1	Controle negativo	Ausente
2	Controle negativo	Presente
3	B2084 10^7 cfu/mL	Ausente
4	B2084 10^7 cfu/mL	Presente
5	B119 10^7 cfu/mL	Ausente

A raiz e a parte aérea foram colocadas separadamente em sacos de papel, que foram secos em estufa com circulação forçada a 65 °C e pesados em balança de precisão após a obtenção do peso constante. O peso seco total foi calculado somando-se o peso seco da parte aérea e a da raiz.

Resultados e Discussão

Foram analisadas nesse experimento preliminar quatro plântulas para cada tratamento, e foi observado um aumento no comprimento radicular total e superfície radicular de raízes com diâmetro entre 0-1 e 1-2 mm nas plântulas de milho inoculadas com a cepa B2084 sem o tratamento com PEG 10%, em relação ao controle (Figura 1). Já para as plântulas de milho inoculadas com a cepa B119 sem PEG quando comparadas ao controle, houve aumento no comprimento radicular total, área de superfície total e de raízes com diâmetro entre 0-1 mm e maior do que 2 mm (Figura 1). Quando as plantas foram tratadas com PEG 10%, apenas as plantas inoculadas com a cepa B119 apresentaram aumento para as características radiculares analisadas (Figura 1). O PEG tem sido utilizado como agente de estresse em solução hidropônica para simular o déficit hídrico, uma vez que ele reduz o potencial osmótico da solução nutritiva, impedindo que as plantas absorvam água da solução, que apresenta níveis de potencial osmótico mais negativos do que a raiz (Steuter et al., 1981).

Para peso seco total, da parte aérea e da raiz houve um maior aumento quando as plântulas foram inoculadas com a cepa B2084 do que o controle e as plântulas inoculadas com B119 sem PEG. As plântulas inoculadas com a cepa B119 e tratadas com PEG 10% tiveram maior massa seca do que o controle e as inoculadas com a cepa B2084 (Figura 1).

Quando associadas a plantas, algumas bactérias promotoras de crescimento podem apresentar capacidade de osmorregulação e tolerância a estresse hídrico. Plantas de arroz inoculadas com bactérias osmorreguladoras proporcionam um aumento da matéria seca da raiz em relação às plantas não inoculadas em condições de baixa disponibilidade de água (Yuwono et al., 2005). Além disso, plantas de milho inoculadas com rizobactérias apresentaram maior tolerância aos efeitos negativos do estresse hídrico, produzindo maior biomassa, maiores teores de C, N e clorofila, além da alteração da modulação da produção de fito-hormônios em comparação com o controle (Curá et al., 2017).

A seca é um dos principais estresses abióticos que limitam a produtividade agrícola, afetando a segurança alimentar. Bactérias promotoras do crescimento de plantas são alternativas factíveis e viáveis para mitigar os efeitos dos estresses hídricos pois colonizam a rizosfera ou interior dos tecidos, facilitando o crescimento das plantas por diferentes mecanismos fisiológicos e bioquímicos. Os nossos resultados indicam que a cepa B119 é promissora como bioinoculante de plantas, principalmente em condições de estresse hídrico, porém estudos adicionais serão necessários.

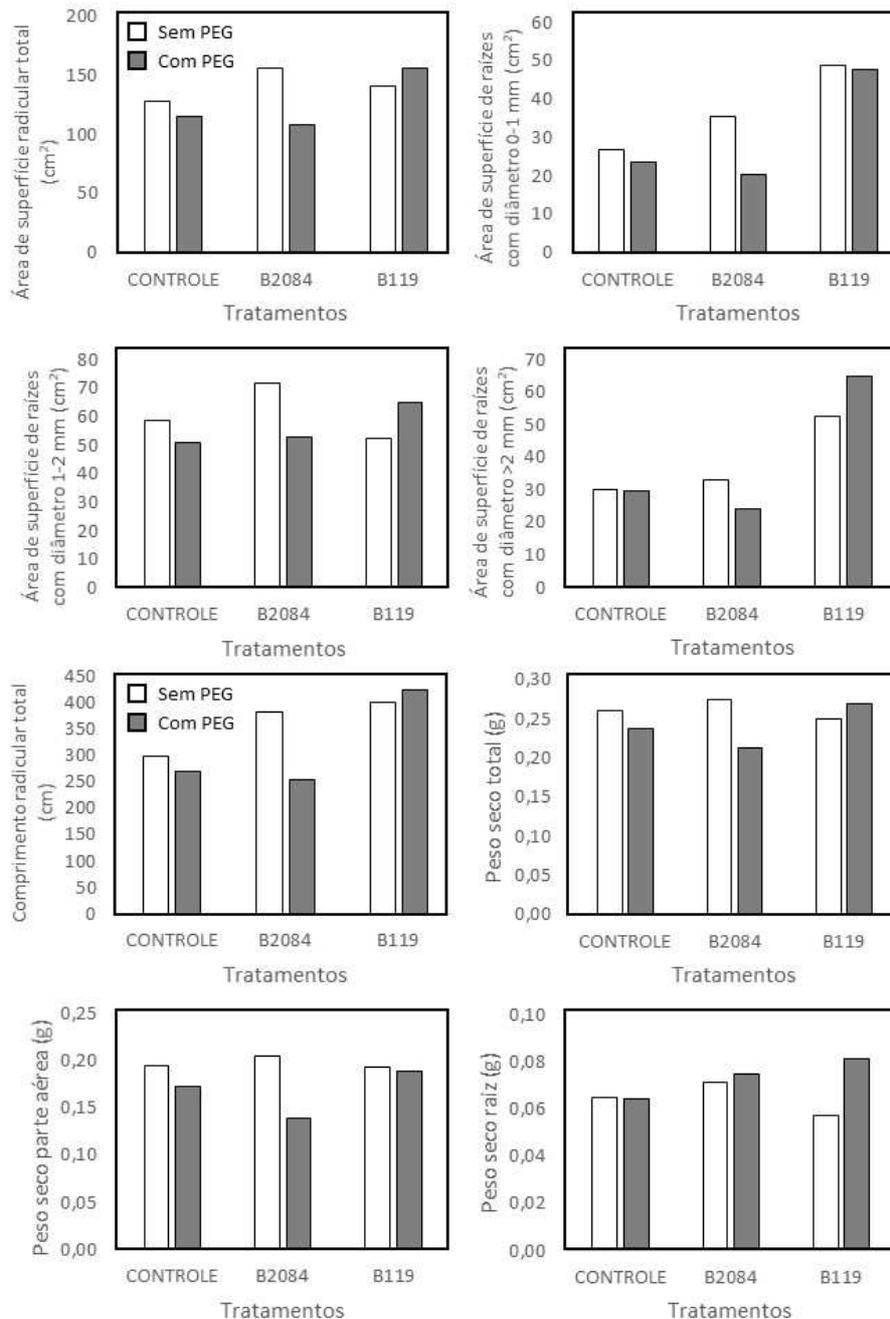


Figura 1. Características radiculares e peso seco de plântulas de milho inoculadas (B2084 e B119) na ausência e presença de 10% PEG 6000.

Conclusão

Os dois inóculos microbianos (B2084 e B119) aumentaram a superfície radicular e o peso seco na ausência de PEG 6000 10%, sendo que a cepa B119 mostrou potencial promotor de crescimento sob estresse de PEG.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Gislene Rodrigues Braga Cristeli, pela ajuda na condução dos experimentos, e à Embrapa e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v. 383, n. 1/2, p. 3-41, 2014.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. Brasília, DF, 2018. Disponível: em: <https://www.conab.gov.br/.../safras/...safra.../16780_e7a4a52ee1db76ad1a8cfda9b2343c...>. Acesso em: 4 jul. 2018.
- CURÁ, J. A.; FRANZ, D. R.; FILOSOFÍA, J. E.; BALESTRASSE, K. B.; BURGUEÑO, L. E. Inoculation with *Azospirillum* sp. and *Herbaspirillum* sp. bacteria increases the tolerance of maize to drought stress. **Microorganisms**, v. 5, p. E41, 2017.
- DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3-14, 2015.
- LIU, C.; MUCHHAL, U. S.; UTHAPPA, M.; KONOWICZ, A. K.; RAGHOTHAMA, K. G. Tomato phosphate transporter genes are differentially regulated in plant tissue by phosphorus. **Plant Physiology**, v. 116, n. 1, p. 91-99, 1998.
- SICHER, R. C.; BARNABY, J. Y. Impact of carbon dioxide enrichment on the responses of maize leaf transcripts and metabolites to water stress. **Physiologia Plantarum**, v. 144, p. 238-253, 2012.
- STEUTER, A. A.; MOZAFAR, A.; GOODIN, J. R. Water potential of aqueous polyethylene glycol. **Plant Physiology**, v. 67, p. 54-67, 1981.
- SOUSA, S. M. de; CLARK, R. T.; MENDES, F. F.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, M. J. V.; PARENTONI, S. N.; KOCHIAN, L. V.; GUIMARAES, C. T.; MAGALHAES, J. V. A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. **Functional Plant Biology**, v. 39, n. 11, p. 925-935, 2012.
- YUWONO, T.; HANDAYANI, D.; SOEDARSONO, J. The role of osmotolerant rhizobacteria in rice growth under different drought conditions. **Australian Journal of Agricultural Research**, n. 56, p. 715-721, 2005.