



Microrganismos eficientes e bokashi incrementam o crescimento de *Zea mays* L. cultivado em casa de vegetação sob regime de déficit hídrico

*Efficient microorganisms and bokashi increase the growth of *Zea mays* L. cultivated under water deficit regime.*

PRADO, Eyko Nathan Silva do; GENTILINI, Giulia²; SERGIO, Bruna Macedo Simões³; CARGNELUTTI, Denise⁴

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, eyko.nathan.04@gmail.com; ²Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, Erechim, RS, giuliadgentilini@gmail.com, ³Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, Erechim, RS, bruna.macedo2009@hotmail.com; ⁴Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, Erechim, RS, denise.cargnelutti@uffs.edu.br

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: Objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da aplicação dos Microrganismos Eficientes (ME) e/ou bokashi no manejo de *Zea mays* L. (milho) cultivado sob déficit hídrico. As sementes de *Z. mays* foram colocadas para germinar em vasos em casa de vegetação. Os ME foram aplicados como tratamento de sementes e diretamente no solo e plantas. As plantas foram submetidas ao déficit hídrico 20 dias após a semeadura (DAS). Aos 45 DAS, as plantas foram coletadas e avaliadas a biomassa seca, altura da parte aérea e comprimento das raízes, número de folhas e área foliar. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de *Tukey*. A restrição hídrica reduziu os valores médios obtidos para todos os parâmetros avaliados de plantas de milho crioulo, no entanto a aplicação dos ME e/ou Bokashi incrementou os valores médios dos parâmetros avaliados, próximo aos níveis do controle, sendo este efeito mais pronunciado para a área foliar e massa seca da parte aérea.

Palavras-chave: agroecologia; bokashi; tecnologia camponesa.

Introdução

As plantas estão expostas a diferentes tipos de estresses, bióticos ou abióticos, tal como o déficit hídrico, estresse este que prejudica o desenvolvimento de plantas e tende a se intensificar no decorrer dos anos. Estudos recentes indicam uma tendência de aumento das temperaturas (climas quentes) e aumento de áreas áridas com escassez de água devido a diminuição da frequência de precipitação e estiagens prolongadas. Dessa forma, a tendência global é a elevação das temperaturas da superfície terrestre entre 1,1 e 6,4°C entre 1990 e 2100 (MARENGO, 2005). Nesse sentido, é visto não só o grande impacto ambiental, contudo também, uma significativa desestabilização socioeconômica. No Brasil a temperatura média anual elevou-se 0,5°C nos últimos cem anos e há indícios de alterações pluviométricas na Amazônia e no Nordeste, com aumento de precipitação e longos períodos de seca associadas ao fenômeno do El Niño. Segundo a COREDE Norte (2015) na região do nordeste do estado do Rio Grande



Sul, nos últimos anos ocorreram repetitivos eventos de estiagem e secas que afetam diretamente a economia local, sendo a agricultura familiar uma das atividades diretamente prejudicada. Deste modo, conforme estudos já mencionados acima, as mudanças climáticas estão ocorrendo, logo, o manejo da agricultura terá que ser revisto.

Dessa forma, estudos que buscam soluções tecnológicas que possam amenizar os efeitos da seca sob o metabolismo vegetal, bem como a produtividade, são necessários, fornecendo assim alternativas que possam auxiliar o produtor nesse cenário. Dentre as alternativas para o cultivo de plantas sob condições de estresses é o uso de amenizadores, tais como os microrganismos. Estudos realizados por pesquisadores da EMBRAPA Meio Ambiente, mostraram que algumas bactérias (duas linhagens de *Bacillus spp.*) isoladas do Bioma Caatinga tem papel na promoção do crescimento de *Z. mays L.* sob estresse hídrico (KAVAMURA et al., 2013). Assim, a busca por microrganismos novos e eficientes, oriundos de ambientes inexplorados, a serem utilizados em associação com plantas para amenizar os efeitos negativos impostos pelo estresse hídrico, é uma alternativa interessante (KAVAMURA et al., 2013). Os ME atuam na modulação da síntese de proteínas (TALAAT, 2015), aumentam a remoção de peróxido de hidrogênio através da ativação de enzimas relacionadas com a remoção de peróxidos tóxicos, produzidos em plantas quando expostas a condições de estresse (TALAAT, 2014). No entanto, não há estudos destes aspectos para a cultura do milho, tanto avaliando o efeito dos ME apenas ou destes na cultura crescendo sob déficit hídrico. Dessa forma, a aplicação dos ME pode ser promissora e uma abordagem ambientalmente amigável para obter maior rendimento da cultura do milho quando esta for exposta a situações de estresse, tal como o estresse hídrico. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da aplicação de microrganismos eficientes e/ou bokashi no crescimento de plantas de milho crioulo crescendo sob déficit hídrico.

Percurso metodológico - Metodologia

O experimento foi realizado na casa de vegetação da área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, campus Erechim/RS, durante os meses de fevereiro a abril de 2023. A cultura escolhida para o trabalho foi o Milho Crioulo Pixurum 05, sendo as sementes adquiridas da Cooperfumos - Cooperativa Agrícola de insumos, produção e incentivo ao cultivo de alimentos orgânicos e agroecológicos, localizada em Santa Cruz do Sul/RS. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois níveis de irrigação (100 e 70% da CP), três doses de microrganismos eficientes (0, 1:500 e 1:100) e/ou adubação orgânica Bokashi, com quatro repetições para cada tratamento.

Inicialmente foram preparados os potes com os substratos, em vasos de 8 litros com solo composto orgânico, areia, totalizando 6 kg desse composto, após isso foi aplicada a adubação Bokashi (obtido da COOPERBIO) nos tratamentos que seriam avaliados, a dosagem de aplicação para o experimento foi de 10 ton há⁻¹, que posterior conversão totalizou em 60 gramas do composto por pote. Antes da



semeadura, as sementes foram inoculadas com os Microrganismos Eficientes (ME), sendo os mesmos obtidos em mata nativa localizada na UFFS Campus Erechim (número SISGEN A5A4971) e preparados conforme norma técnica da EMBRAPA. Os ME foram utilizados nas seguintes diluições: 1:100 e 1:500. Após a inoculação, as sementes foram semeadas, sendo dispostas cinco sementes por pote, e após 15 dias foi realizado o desbaste deixando uma planta por vaso. As doses de ME foram aplicadas semanalmente, sendo borrifados diretamente nas plantas e no solo. O regime de déficit hídrico foi determinado de acordo com Souza et al. (2000), a partir da massa do solo saturado com água e o peso do pote, iniciando aos 20 dias da germinação, sendo o tratamento controle 100% da capacidade de pote (CP) e 70% da CP o tratamento com restrição hídrica. As plantas permaneceram sob tratamentos até os 45 dias após a semeadura (DAS), sendo então colhidas, divididas em raízes e parte aérea e encaminhadas para as análises fisiológicas.

As análises dos parâmetros biométricos foram realizadas aos 45 DAS, avaliando as seguintes variáveis: altura das plantas (AL), diâmetro do caule (DC), número de folhas por planta (NFP), a área foliar (AF), a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca das raízes (MSR). Para avaliar a MSPA e a MSR foi utilizada a metodologia de Tedesco et al., (1995) de referência. A área foliar (AF – mm²) foi avaliada pelo método não destrutivo, com a utilização do equipamento de área foliar (Ci-203). A altura das plantas foi medida utilizando uma fita métrica graduada, o colo da planta até o ápice apical, o diâmetro do caule foi mensurado com o uso do paquímetro digital a 10 cm do colo da planta, também foram contabilizados o número de folhas (NFP), descartando as folhas danificadas.

Resultados e Discussão

Os resultados do presente estudo mostraram que a restrição hídrica (70% CP) induziu a redução dos valores médios obtidos para todos os parâmetros avaliados de plantas de milho crioulo, quando comparado com as plantas controle (100% CP) (Figuras 1 - 3), a exceção da altura das plantas (Figura 2) em que os valores médios do tratamento com 70% CP foram significativamente iguais ao das plantas controle (100% CP). No entanto, uma expressiva recuperação da área foliar das plantas de milho cultivadas sob déficit hídrico (70% CP) foi observada quando aplicados os tratamentos ME 1:100, ME 1:100 + Bk e ME 1:500 + Bk, sendo estas aproximadamente 1,1 vezes maior quando comparados com o tratamento controle (70% CP) (Figura 1). Efeito similar foi também observado para o número de folhas, sendo observada uma redução de 24% do número de folhas de plantas de milho cultivadas sob restrição hídrica (70% CP) quando comparadas com o controle (100% CP). No entanto, com aplicação de ME 1:100 em plantas cultivadas sob regime de déficit hídrico induziu um incremento quando ao número de folhas, com valor médio (7,5 folhas planta⁻¹) próximo aos níveis do controle, 100% CP (8,25 folhas planta⁻¹) (Figura 1).

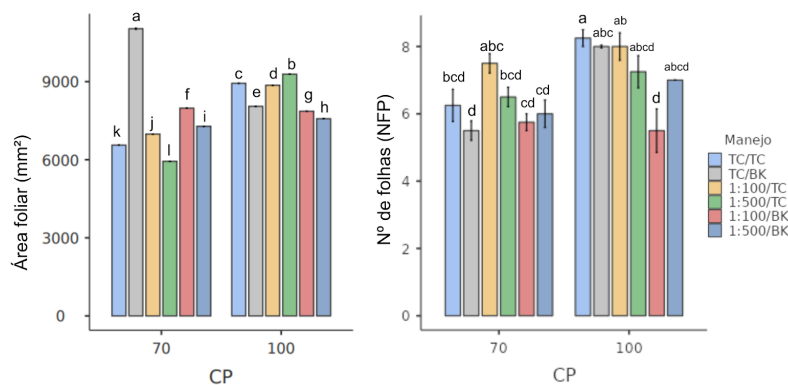


Figura 1. Área foliar (mm²) e Número de folhas (NFP) de *Zea mays* L. tratadas com diferentes doses de microrganismos eficientes (EM 1:100 e 1:500) e/ou adubo orgânico Bokashi. As barras representam as médias (n = 4) ± EP. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de *Tukey* (p < 0,05).

O diâmetro do caule não foi alterado em plantas de milho crescendo sob regime de déficit hídrico (Figura 2). No entanto, uma tendência para incremento não significativo neste parâmetro foi observada principalmente para plantas tratadas cultivadas com o adubo orgânico bokashi. Tendência similar também foi observada para a altura das plantas, em que os valores médios dos tratamentos não diferiram estatisticamente do controle, a exceção do tratamento utilizando bokashi e CP 100%, em que o valor médio de altura das plantas foi 1,6 vezes maior do que o tratamento controle (100% CP).

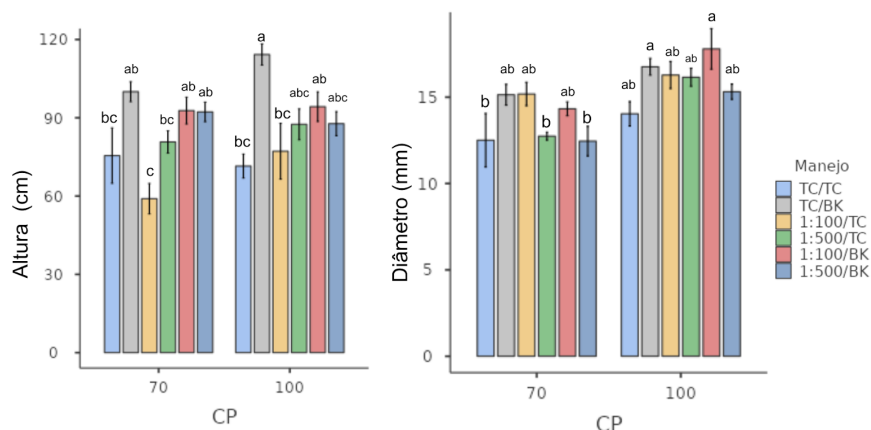


Figura 2. Altura (cm) e Diâmetro (mm) do caule de *Zea mays* L. tratadas com diferentes doses de microrganismos eficientes (EM 1:100 e 1:500) e/ou adubo orgânico Bokashi. As barras representam as médias (n = 4) ± EP. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de *Tukey* (p < 0,05).

A imposição da restrição hídrica (70% CP) reduziu em 6% a massa seca da parte área (MSPA) de plantas de milho crioulo, quando comparado com o controle (100% CP), porém o tratamento com bokashi e ME 1:110 + bokashi promoveu um incremento de 26% e 10%, respectivamente, quando comparado com plantas



tratadas apenas com a restrição hídrica (70% CP) (Figura 3). Por outro lado, a massa seca da raiz foi reduzida pela restrição hídrica, mas nenhum tratamento foi capaz de elevar os valores médios do parâmetro aos níveis do controle (100% CP).

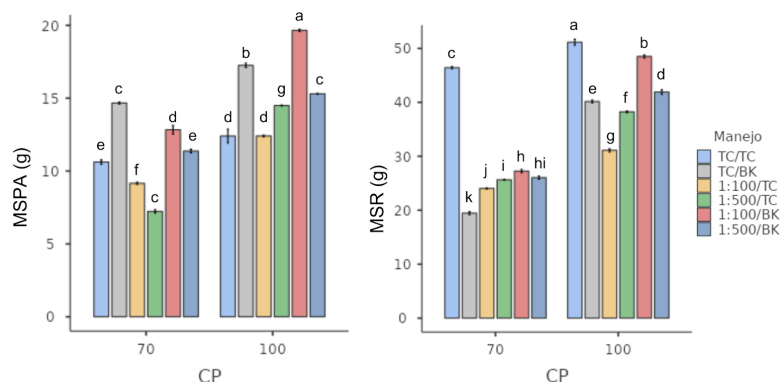


Figura 3. Massa seca da parte aérea, MSPA (g) e Massa seca das raízes, MSR (g) de *Zea mays* L. tratadas com diferentes doses de microrganismos eficientes (EM 1:100 e 1:500) e/ou adubo orgânico Bokashi. As barras representam as médias ($n = 4$) $\pm$ EP. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Conclusões

A restrição hídrica (70% CP) induziu a redução dos valores médios obtidos para todos os parâmetros avaliados de plantas de milho crioulo, no entanto a aplicação dos microrganismos eficientes (ME) e/ou Bokashi incrementou os valores médios dos parâmetros avaliados, próximo aos níveis do controle, sendo este efeito mais pronunciado para a área foliar e massa seca da parte aérea. Deste modo, mais estudos devem ser realizados para compreender o mecanismo pelo qual os ME atuam reduzindo o estresse induzido pela restrição hídrica em plantas de milho.

Agradecimentos

Agradeço a UFFS pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa, a minha professora orientadora por todos os ensinamentos, e a CAPES pela concessão da bolsa.

Agradeço ao Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA), nominalmente a Cooperfumos pelas sementes crioulas e a Cooperbio pelo Bokashi concedidos.

Referências bibliográficas

KAVAMURA, Vanessa N.; SANTOS, Suikinai N.; DA SILVA, João L.; PARMA, Márcia M.; ÁVILA, Luciana A.; VISCONTI, Alexandre; ZUCCHI, Tiago D.; TAKETANI, Rodrigo



G.; ANDREOTE, Fernando D.; DE MELO, Itamar S. Screening of Brazilian cacti rhizobacteria for plant growth promotion under drought. **Microbiological Research**. v. 168, n. 4, p. 183-191, 2013.

MARENGO, Jose A.; SOARES, Wagner R.; SAULO, Celeste; NICOLINI, Matilde. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from the NCEP-NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. **Journal of Climate**, v. 17, n. 12, p.2261-2280, 2004.

SOUZA, Carlos C.; OLIVEIRA, Francisco A. de; SILVA, Ivandro de F. da; NETO, Malaquias da S. A. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.338-342, 2000.

TALAAT, Neveen B. Effective microorganisms enhance the scavenging capacity of the ascorbate-glutathione cycle in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown in salty soils. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 80, p. 136–143, 2014.