



RESPOSTAS AGRONÔMICAS DO MILHO CRIOULO PIXURUM 05 AO DÉFICIT HÍDRICO COM APLICAÇÃO DE BIOINSUMOS

Giulia Gentilini

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e bolsista UFFS

Denise Cargnelutti

Professora do Departamento de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

denise.cargnelutti@uffs.edu.br

1. Introdução

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas mais sensíveis à escassez de água. O crescimento e o desenvolvimento vegetal são influenciados por fatores ambientais e de manejo, que impactam diretamente características morfológicas e fisiológicas das plantas (Sangoi et al., 2011; Kraft et al., 2016). Diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e da crescente irregularidade das chuvas, torna-se fundamental buscar estratégias agronômicas que promovam maior resiliência das plantas ao estresse hídrico. A avaliação de variáveis morfofisiológicas, como altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e acúmulo de biomassa seca, é essencial para caracterizar o desempenho das plantas sob diferentes condições de manejo e ambientais (Beleze et al., 2003; Kraft et al., 2016). Esses parâmetros permitem inferir a eficiência do uso de bioinsumos e sua capacidade de mitigar os efeitos do estresse hídrico. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a atuação de diferentes bioinsumos sobre os parâmetros de crescimento em plantas de milho crioulo submetidas ao déficit hídrico.

2. Metodologia

O experimento foi realizado em casa de vegetação entre fevereiro e abril de 2023. Milho crioulo Pixurum 05, cultivado em vasos com substrato orgânico (solo:composto orgânico:areia, na proporção de 1:1:1). O arranjo experimental foi fatorial 2x6: dois níveis de irrigação (70% e 100% da capacidade de pote – CP) e seis tratamentos (controle, BK, ME1, ME2, BK+ME1, BK+ME2). Foram semeadas cinco

sementes por vaso. O déficit hídrico (DH) foi induzido aos 25 dias, reduzindo a irrigação para 70% da capacidade de pote (CP), determinada conforme metodologia descrita por Souza et al. (2000). O grupo controle permaneceu com irrigação plena (100% CP), a reposição hídrica foi feita manualmente. Microrganismos Eficientes (ME) foram capturados e ativados segundo Leite e Meira (2016) na UFFS - campus Erechim (registro SISGEN: A5A4971), sendo aplicados nas sementes e nas plantas conforme Santiago et al. (2022), em diluições de 1:100 e 1:500. As pulverizações com ME foram realizadas semanalmente e a coleta ocorreu aos 45 dias após a semeadura, totalizando 24 dias sob regime de DH (Souza et al., 2015; Santiago et al., 2022). Aos 14 dias após a emergência, houve infestação por tripses. O controle foi feito com aplicação dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (4 mL/L), iniciada aos 24 dias após a emergência, com reaplicação sete dias depois. Os parâmetros de crescimento das plantas foram realizadas aos 45 dias após a semeadura (DAS), sendo avaliadas as seguintes variáveis: A altura das plantas (AL) e o diâmetro foram obtidos, conforme metodologia descrita por Kraft et al. (2016). O número de folhas (NF) foi determinado por contagem direta, desconsiderando-se folhas danificadas, conforme critérios de Beleze et al. (2003). A área foliar (AF) foi determinada conforme Sangoi et al., 2011. As variáveis de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) foram obtidas conforme descrito por Kraft et al. (2016).

3. Resultados e discussão

As análises de variância (Tabela 1) revelaram efeitos significativos ($p \leq 0,05$) da Capacidade de Pote (CP), do uso de bioinsumos e da interação entre ambos sobre as seguintes variáveis: área foliar, número de folhas, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR). A variável altura das plantas, não apresentou diferença estatística significativa, independentemente dos tratamentos aplicados. A área foliar apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Destaque para o Bokashi BK em DH (CP 70%) com 11.032,91 mm², e ME2 sem DH (CP 100%) com 9.286,85 mm². A resposta positiva do Bokashi é atribuída à liberação lenta e contínua de nutrientes, estimulando o crescimento vegetativo (Souza et al., 2019). O efeito dos microrganismos eficientes (ME) pode ser explicado pela produção



de fitormônios como auxinas, giberelinas e citocininas, que promovem o desenvolvimento foliar (Vessa et al., 2022). O número de folhas também foi afetado. Os maiores valores ocorreram em condições sem DH (CP 100%), especialmente nos tratamentos controle (8,25), ME1 (8,00) e BK (7,50). O tratamento com BK sob estresse apresentou apenas 5,50 folhas por planta. Timm et al. (2020) confirmam que a aplicação de Bokashi e biofertilizantes à base de microrganismos aumenta o número de folhas em milho e feijão, principalmente por melhorar a disponibilidade de macro e micronutrientes no solo. Segundo Nardi et al. (2021), o aumento do número de folhas favorece a interceptação de luz, o que repercute positivamente na produtividade da cultura. O diâmetro do caule foi maior nos tratamentos com ME1 + BK sem DH (17,79 mm) e BK sem DH (16,76 mm). Zuffo et al. (2020) observaram resultados semelhantes em milho tratado com microrganismos eficientes, relacionando o aumento do diâmetro à maior expressão de genes ligados à lignificação e ao acúmulo de biomassa estrutural. A maior MSPA foi observada no tratamento ME1 + BK sem DH (19,66 g), enquanto o menor valor foi registrado para o mesmo tratamento com DH (7,23 g). Isso sugere que a eficácia dos bioinsumos pode depender da disponibilidade de água para que o metabolismo vegetal aproveite os estímulos fisiológicos promovidos por eles. A MSR foi maior no controle sem DH (51,14 g) e em ME1 + BK (48,49 g). O aumento da biomassa radicular em tratamentos com bioinsumos, mesmo com DH, indica um potencial adaptativo associado à modulação hormonal da raiz (RAHMAN et al., 2018). Isso é estratégico, pois raízes mais profundas e ramificadas possibilitam maior extração de água e nutrientes. Conforme Compant et al. (2010), os microrganismos da rizosfera interagem com o sistema radicular promovendo a alongação celular, o que resulta em um sistema radicular mais eficiente.

Tabela 1 - Análises morfofisiológicas parte aérea e raiz de *Zea mays* tratado com bioinsumos (bokashi, microrganismos eficientes) e cultivado na presença (Capacidade de pote 70%) ou não (CP 100%) de restrição hídrica.

Bioinsumos	Área Foliar (mm ²)		Nº de Folhas (UND)		Altura (cm)		Diâmetro (mm)		MSPA (g)		MSR (g)	
	70	100	70	100	70	100	70	100	70	100	70	100
Controle	6.560,65 eB	8.937,73 bA	6,25 abB	8,25 aA	75,50 aA	71,50 aA	12,50 aA	14,03 bA	10,62 cB	12,40 eA	46,41 aB	51,14 aA
BK	11.032,91 aA	8.051,50 dB	5,50 bB	7,50 aA	100,00 aA	114,25 aA	15,14 aA	16,76 abA	14,67 aB	17,25 bA	19,46 eB	40,14 dA
ME1	6.986,55 dB	8.860,85 cA	7,50 aA	8,00 aA	59,00 aA	77,00 aA	15,18 aA	16,28 abA	9,16 dB	12,41 eA	24,04 dB	31,10 fA
ME1+BK	5.938,60 fB	7.863,97 eA	6,50 abA	5,50 bA	80,75 aA	94,25 aA	12,74 aB	17,79 aA	7,23 eB	19,66 aA	25,64 cB	48,49 bA



ME2	7.980,81 bB	9.286,85 aA	5,75 bB	7,25 aA	92,75 aA	87,50 aA	14,32 aA	16,15 abA	12,83 bB	14,50 dA	27,24 bB	38,23 eA
ME2+BK	7.284,65 cB	7.574,42 fA	6,00 abA	7,00 abA	92,25 aA	87,75 aA	12,45 aB	15,31 abA	11,37 cB	15,30 cA	26,04 bcB	41,91 cA
Média	7.630,70 B	8.429,22 A	6,25 B	7,25 A	83,37 A	88,71 A	13,72 B	16,05 A	10,98 B	15,25 A	28,14 B	41,83 A
CV%	0,18		11,58		14,41		10,51		2,79		1,72	

Médias seguidas pela mesma letra maiuscula na horizontal dentro de cada condição/capacidade de pote, e minúscula na vertical dentro de cada condição Bioinsumos não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

4. Considerações finais

Os dados demonstram que o uso de bioinsumos, especialmente em condições sem restrição hídrica, promove ganhos significativos em variáveis morfofisiológicas do milho crioulo *Zea mays*. Entre os tratamentos, destaca-se a combinação de ME1 + BK, que apresentou os melhores resultados para massa seca da parte aérea e diâmetro do caule.

5. Referências

- ARANDA, D. A. G. et al. Efeito de biofertilizantes sobre o crescimento do milho em condições de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 25–31, 2015.
- BENEDETTI, C. E. et al. Dinâmica da rizosfera em condições de estresse hídrico: implicações para a agricultura sustentável. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, e61532, 2020.
- BELEZE, F. A. et al. Influência de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de caféiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 229–232, 2003.
- COMPANT, S. et al. 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, 2010.
- FERREIRA, T. R. et al. Bioinsumos e a promoção de crescimento vegetal: avanços e desafios. **Revista Ceres**, v. 67, n. 4, p. 354–362, 2020.
- KRAFT, R. F. et al. Parâmetros morfofisiológicos e produtividade de milho sob diferentes níveis de irrigação e cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 5, p. 420–425, 2016.
- LEITE, C. D; MEIRA, A. L. Preparo de Microrganismos Eficientes. In: MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Fichas Agroecológicas: Tecnologias**



apropriadas para agricultura orgânica: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. 2016.

LUGTENBERG, B.; KAMILOVA, F. Plant-growth-promoting rhizobacteria. **Annual Review of Microbiology**, v. 63, p. 541–556, 2009.

NARDI, H. D. et al. Aumento na área foliar e no número de folhas em milho submetido à adubação biológica. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 8, n. 1, p. 73–79, 2021.

NAKAMURA, A. et al. Consórcios microbianos e biofertilizantes: potencial e limitações. **Ciência Rural**, v. 49, n. 6, p. e20180859, 2019.

OLIVEIRA, M. R. et al. Bokashi como alternativa na adubação orgânica do milho. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 220–229, 2018.

RAHMAN, M. A. et al. Rhizobacteria-mediated induced systemic tolerance (IST) in plants: A sustainable approach to mitigate biotic and abiotic stresses. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 265, p. 115–125, 2018.

SANGOI, L. et al. Características morfológicas e produtivas do milho em função da densidade de plantas e do espaçamento entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 541–548, 2011.

SANTIAGO, G. de M.; CARGNELUTTI, D.; CASTAMAM, A. Efficient microorganisms: An alternative tool for drought management in bean plants?. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Editora Verde, ISSN 1981-8203, v. 17, ed. 1, p. 01-09, 2022.

SOUZA, C. C.; OLIVEIRA, F. A. de; SILVA, I. de F. da; NETO, M. 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.

SOUZA, C. D. et al. Resposta fisiológica de cultivares de milho à aplicação de bokashi em condições de campo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 160–167, 2019.

TIMM, L. C. et al. Biofertilizantes e produtividade do milho: efeitos de diferentes estratégias de aplicação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 19, n. 3, p. 421–431, 2020.

VESSA, T. S. et al. Potencial dos microrganismos eficientes na promoção do crescimento vegetal e indução de tolerância ao estresse. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2022.

ZUFFO, A. M. et al. Resposta morfofisiológica de cultivares de milho à aplicação de bioinsumos sob estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 3, 2020.