



Indução de tolerância ao déficit hídrico no *Sorghum bicolor*: uma comparação entre o chá de compostagem e o chá de vermicompostagem

Jonas Sebastião Vilas Boas de Oliveira¹

Ana Laura Silva Leal²

Daniela Braga Vilas Boas³

Yago Afonso de Castro⁴

Raphael Guarda Cavalcante⁵

Thiago Corrêa de Souza⁶

Sistemas de produção sustentável (agricultura orgânica, permacultura, biodinâmica, agroecologia)

Resumo:

O sorgo, amplamente utilizado na alimentação animal no Brasil, tem ganhado destaque na alimentação humana por ser isento de glúten, uma vantagem para dietas de pessoas com sensibilidade ou doença celíaca. Além disso, o sorgo é resistente à seca, possui baixo custo de produção e alta produtividade. Contudo, as plantas estão sujeitas a estresses ambientais que podem comprometer seu crescimento, sendo o estresse hídrico um dos mais prejudiciais. Para mitigar esses efeitos, alternativas como o chá de vermicomposto e de composto são eficazes, pois promovem o crescimento e a supressão de doenças, além de funcionarem como bioestimulantes, melhorando a absorção de nutrientes e a tolerância ao estresse. Este estudo comparou o efeito de diferentes chás de composto e vermicomposto em diferentes concentrações, preparados a partir de esterco bovino e torta de mamona, no crescimento radicular do sorgo sob condições de déficit hídrico. Os chás foram aplicados em diferentes concentrações e os resultados mostraram que o vermicomposto de esterco, na concentração 1:10, apresentou melhor desempenho no crescimento do comprimento e área superficial das raízes. Conclui-se que os chás bioestimulantes não apenas melhoram a arquitetura das raízes, mas também influenciam sua morfologia e funcionalidade, sendo uma alternativa promissora para aumentar a resiliência das plantas ao estresse hídrico.

Palavras-chave: Agricultura biológica; Práticas verdes; Bioestimulantes; Seca

¹ Discente do curso de graduação em Ciências biológicas - bacharelado, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza - ICN, jonas.oliveira@sou.unifal.edu.br

² Discente do curso de graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza - ICN, ana.leal@sou.unifal.edu.br

³ Doutoranda em ciências ambientais, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza - ICN, danivbbraga@yahoo.com.br

⁴ Discente do curso de graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza - ICN, raphael.cavalcante@sou.unifal.edu.br

⁵ Discente do curso de graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza - ICN, yago.castro@sou.unifal.edu.br

⁶ Prof. da Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza - ICN, thiagonepre@hotmail.com



INTRODUÇÃO

Em países ocidentais, com enfoque no Brasil, o sorgo é destinado em grande parte à alimentação animal. Porém, recentemente, o consumo humano tem crescido devido ao sorgo representar um cereal isento de glúten, o que o torna excelente para a fabricação de alimentos “glúten-free” - destinados a dietas com sensibilidade ao glúten ou para pessoas que possuem doença celíaca. Além disso, em conjunto a vantagens como resistência à seca, baixo custo de produção e alta produtividades - que o colocam entre os cereais mais cultivados no Brasil - também demonstra benefícios à saúde humana de acordo com dados e pesquisas (Asif et al., 2010; Queiroz et al., 2011; Awika; Rooney, 2004; Awika et al., 2009; Barros et al., 2012; Burdette et al., 2010; Moraes et al., 2012).

Nas áreas agricultáveis, as culturas estão sujeitas a estresses ambientais, o que compromete seu desenvolvimento. Estes, assim, podem ser bióticos - se causados por organismos vivos, ou abióticos - ou quando provocados por excesso ou déficit de algum componente que seja químico ou físico (Shinozaki et al, 2015).

O chá de vermicomposto, assim como o chá de composto, representam uma alternativa para esta problemática, pois promovem o crescimento e rendimento das plantas, e também ajudam na supressão de algumas doenças, uma vez que envolve um processo de retirada de excelentes propriedades bioquímicas dos mesmos. (Arancon et al., 2019; Gómez-Brandon et al., 2014). Ambos os chás tem propriedades de bioestimulantes agrícolas, que nada mais é do que substâncias - exceto nutrientes, pesticidas ou aditivos para o solo - e microrganismos que estimulam processos naturais como o aumento ou beneficiamento da absorção e da eficiência do uso de nutrientes, qualidade da colheita, tolerância a estresses e por fim a melhora da composição mineral dos tecidos (Silva et al., 2023).

Em retrospecto ao apresentado anteriormente, o presente trabalho busca compreender a ação dos diferentes chás no crescimento radicular do *Sorghum bicolor* sob a condição de déficit hídrico.



EXTREMOS CLIMATICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no campus sede da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), localizada em Alfenas, Minas Gerais, Brasil. Para a compostagem, foram montadas leiras sobre uma lona plástica, com dimensões de 2 m de comprimento, 1 m de largura e 1 m de altura. Dois tratamentos foram estabelecidos: um composto à base de torta de mamona e outro à base de esterco bovino. A leira do tratamento com torta de mamona foi composta por 487,5 L de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e 4,92 L de torta de mamona. Já o tratamento com esterco bovino utilizou 487,5 L de capim elefante e 16,11 L de esterco bovino seco. Esses volumes foram ajustados para obter uma relação C:N próxima de 30:1, conforme orientações fornecidas pela planilha de cálculo da Embrapa Agrobiologia.

Durante o processo de compostagem, as leiras foram umedecidas regularmente, mantendo a umidade entre 40% e 60%, ideal para a decomposição. A temperatura foi monitorada a cada dois dias para garantir a fase termofílica e assegurar a eliminação de patógenos potenciais. O revolvimento das leiras foi realizado a cada 30 dias, e, ao final de 75 dias, correspondente ao término da fase termofílica, foram coletados 30 L de composto de cada tratamento. Este material foi então transferido para caixas de plástico de 54 L, com duas repetições por tratamento. Em cada caixa, foram adicionados 500 g de minhocas da espécie *Eisenia fetida* para a produção de vermicomposto. Após 60 dias, o vermicomposto foi recolhido, e o restante do composto foi armazenado.

Os chás de compostagem foram preparados utilizando-se tanto o composto quanto o vermicomposto, misturando-os com água destilada na proporção de 1:1 (v/v). A solução foi aerada por 24 horas com bombas de aquário e, posteriormente, filtrada utilizando panos autoclavados e papel filtro para remover partículas maiores. Os chás foram diluídos em três diferentes concentrações: 1:2,5, 1:5 e 1:10 (v/v) com água destilada. Para simular condições de estresse hídrico, as soluções foram suplementadas com manitol, alcançando um potencial hídrico de -2,5 MPa.

Os testes foram realizados utilizando rolos de germinação preparados com três folhas de papel filtro, umedecidas com as soluções de cada tratamento. O volume de solução foi de 2,5 vezes o peso do papel. Em cada rolo, foram colocadas 50 sementes de sorgo (BRS-332). Os rolos foram então



condicionados em sacos plásticos para evitar a perda de umidade e mantidos em câmaras de germinação do tipo BOD, com fotoperíodo de 12 horas e temperatura controlada a 30°C.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em chá de composto vegetal, chá de composto de esterco bovino, chá de vermicomposto vegetal e chá de vermicomposto de esterco bovino, aplicados nas concentrações 1:1, 1:2,5, 1:5, 1:10 (v/v) e um controle com água destilada.

A análise do sistema radicular das plântulas de sorgo foi realizada utilizando o software WinRHIZO. Foram avaliados os parâmetros de comprimento radicular (cm), diâmetro médio das raízes (mm), área superficial (cm²) e volume radicular (cm³) em 10 plântulas por repetição. As médias e os desvios padrão (\pm SD) foram calculados para todos os parâmetros. A análise estatística foi feita por meio de ANOVA, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$), utilizando o software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos do experimento estão representados nos gráficos a seguir:

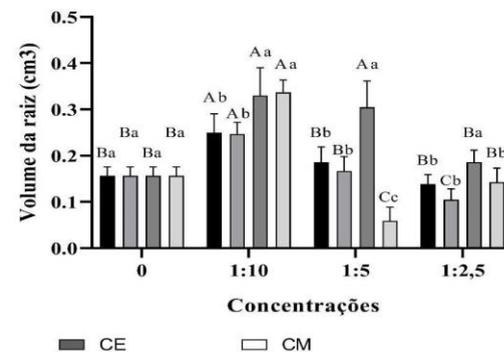
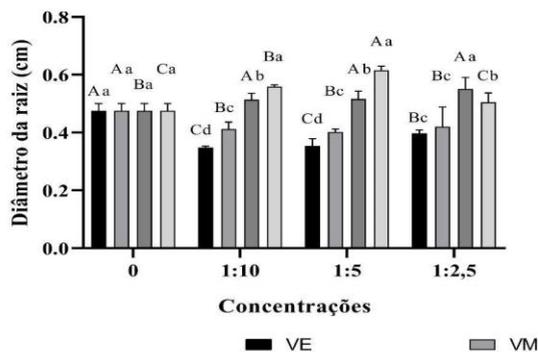
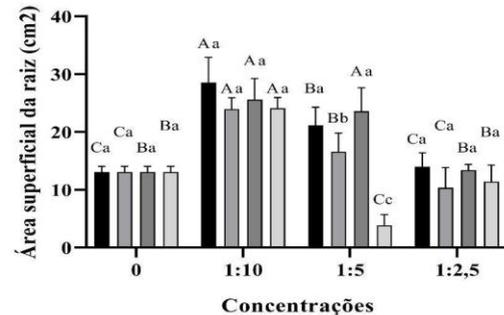
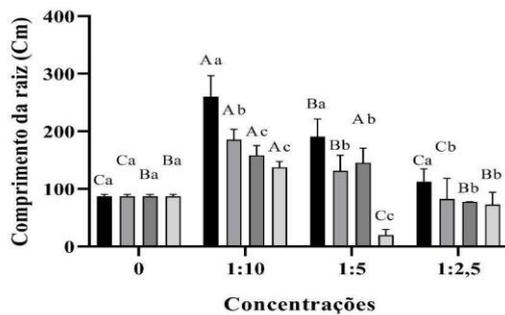




Figura 1. Análises da morfologia radicular de sorgo em quatro concentrações e quatro tipos de aplicação de chá de compostagem e vermicompostagem (VE = Chá de vermicomposto de esterco; VM = Chá de vermicomposto de mamona; CE = Chá de composto de esterco; CM = Chá de composto de mamona) a) Comprimento da raiz (Cm) b) Área superficial da raiz (cm²) c) Volume da raiz (cm³) d) Diâmetro da raiz (mm). Colunas indicam as médias de valores com n=4 e barras representam o desvio padrão. Letras maiúsculas comparam o chá entre as concentrações e letras minúsculas comparam os chás dentro de uma concentração.

Ao se analisar o comprimento da raiz, destaca-se que os melhores resultados foram obtidos pela concentração 1:10 de vermicomposto de esterco (VE), sendo superior ao controle e aos demais chás aplicados (Figura 1a). Ao que se refere à área superficial das raízes, é evidenciado que a concentração 1:10 se manteve como a melhor promotora de crescimento e não houve diferença

significativa entre os chás aplicados (Figura 1b). Além disso, o aumento da concentração dos chás promove uma diminuição da capacidade de promoção de crescimento inicial das raízes.

Um maior comprimento da raiz, juntamente com uma maior área superficial, pode representar o aumento da capacidade da planta de absorção de água e nutrientes necessários para o crescimento do sorgo em déficit hídrico, visto que os parâmetros citados são diretamente associados a absorção de recursos para o desenvolvimento do sorgo (Ryser, 2006).

No que se refere ao diâmetro das raízes, verifica-se que o chá de compostagem de mamona (CM) proporcionou raízes com maior diâmetro, principalmente na concentração 1:5. Já o vermicomposto de esterco promoveu o desenvolvimento de raízes de menor diâmetro, principalmente nas concentrações 1:10 e 1:5 (Figura 1c). O diâmetro está associado a sua função, raízes finas possuem uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes, ao passo que raízes grossas possuem uma maior capacidade de ancoragem da planta no solo (Fitter, 2002). Dessa forma, pode-se

interpretar que o chá de vermicomposto de esterco pode aumentar a capacidade de absorção de água por induzir o crescimento de raízes finas.

Além disso, os chás de compostagem de esterco bovino e de torta de mamona promoveram um maior volume de raízes na concentração 1:10, sendo que o aumento da concentração levou a diminuição do crescimento do volume das raízes (Figura 1d). O volume da raiz se relaciona diretamente com a disposição tridimensional das raízes. Desse modo, como o volume da raiz é um indicador geométrico muito simples sobre o peso da raiz e pode ser relacionado também a esclerificação e ou lignificação (Hodge et al., 2009)

Vale ressaltar que os chás mostraram efeitos bioestimulantes, visto que melhoraram a arquitetura das raízes do sorgo. Dessa forma, nossos resultados se compara a González-Hernández (2022), que estudou a aplicação de um chá composto à base de resíduos verdes com ação na raiz do tomate, que constatou que o comprimento da raiz primária e outras raízes laterais da planta foram aumentadas com o uso do chá de composto testado, o que indica uma capacidade de melhoria da arquitetura e morfologia da raiz.

C ONCLUSÕES

Em retrospecto, conclui-se que o chá de vermicomposto de esterco na concentração 1:10 foi mais eficiente na mitigação dos efeitos do déficit hídrico, promovendo um maior comprimento e área superficial da raiz, além da prevalência de raízes mais finas ligadas a absorção de água e nutrientes. Além disso, verificou-se que o aumento da concentração dos chás diminui seu potencial de promoção de crescimento.

A GRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq (309692/2021-0), a CAPES (CD 001), a FAPEMIG e a UNIFAL-MG, pelo fomento à pesquisa por meios das bolsas e subsídios concedidos.

R EFERÊNCIAS

ARANCON, N. Q.; OWENS, J. D.; CONVERSE, C. The effects of vermicompost tea on the growth and yield of lettuce and tomato in a non- circulating hydroponics system. *Journal of Plant Nutrition*, p. 1–12, 2019.

ASIF, M.; ROONEY, L. W.; ACOSTA-SANCHEZ, D.; MACK, C. A.; RIAZ, M. N. Uses of sorghum in gluten-free products. *Cereal Foods World*, v. 55, n. 6, p. 285-291, 2010.

AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W.; WANISKA, R. D. Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, v. 90, n. 1/2, p. 293-301, 2004a.

AWIKA, J. M.; YANG, L.; BROWNING, J. D.; FARAJ, A. Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties. *LWT - Food Science Technology*, v.42, n. 6, p. 1041-1046, 2009.

BARBOSA DA SILVA, João Henrique et al. Uso de bioestimulantes na cultura do milho (*Zea mays* L.): uma revisão. *Scientific Electronic Archives*, [S. l.], v. 16, n. 5, 2023. DOI: 10.36560/16520231664. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1664>. Acesso em: 2 set. 2024.

BARROS, F.; AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W. Interaction of tannins and other sorghum phenolic compounds with starch and effects on in vitro starch digestibility. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 60, n. 46, p. 11609-11617, 2012.

BURDETTE, A.; GARNER, P. L.; MAYER, E. P.; HARGROVE, J. L.; HARTLE, D. K.; GREENSPAN, P. Anti-Inflammatory activity of select sorghum (*Sorghum bicolor*) brans. *Journal of Medicinal Food*, v. 13, n. 4, p. 879-887, 2010.

FITTER, A., 2002. Characteristics and Functions of Root Systems, in: *Plant Roots*. CRC Press, pp 49-78.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, Ana Isabel; PÉREZ-SÁNCHEZ, Rodrigo; GÓMEZ-SÁNCHEZ, María Ángeles; MORALES-CORTS, María Remedios. Compost Tea as Biostimulant: promoting tomato root development. *The 1St International Online Conference On Agriculture & Advances In Agricultural Science And Technology*, [S.L.], v. 100, p. 57, 10 fev. 2022. MDPI. <http://dx.doi.org/10.3390/iocag2022-12224>.

HODGE, Angela; BERTA, Graziella; DOUSSAN, Claude; MERCHAN, Francisco; CRESPI, Martin. Plant root growth, architecture and function. *Plant And Soil*, [S.L.], v. 321, n. 1-2, p. 153-187, 5 mar. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-009-9929-9>.

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez; GONÇALVES, Isadora de Oliveira. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. *Revista Monografias Ambientais*, [S.L.], v. 1, p. 1, 15 maio de 2020. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236130841718>.

MORAES, E. A.; NATAL, D. I. G.; QUEIROZ, V. A. V.; SCHAFFERT, R. E.; CECON, P. R.; DE PAULA, S. O.; BENJAMIM, L. D. A.; RIBEIRO, S. M. R.; MARTINO, H. S. D. Sorghum genotype may reduce low-grade inflammatory response and oxidative stress and maintains jejunal morphology of rats fed a hyperlipidic diet. *Food Research International*, v. 49, n. 1, p. 553-559, 2012.

OLIVEIRA JÚNIOR, Dorgival Diógenes; SANTOS, Evellyn Karen Aquino dos; PEIXOTO, Rafael Almeida. A compostagem como ferramenta de reciclagem dos resíduos orgânicos: uma ação sustentável desenvolvida no instituto federal do ceará. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea)**, [S.L.], v. 18, n. 7, p. 417-424, 1 dez. 2023. Universidade Federal de São Paulo. <http://dx.doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.15844>.

QUEIROZ, V. A. V.; MORAES, E. A.; SCHAFFERT, R. E.; MOREIRA, A. V.; RIBEIRO, S. M. R.; MARTINO, H. S. D. Potencial funcional e tecnologia de processamento do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), na alimentação humana. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p.

RYSER, Peter. The mysterious root length. **Plant And Soil**, [S.L.], v. 286, n. 1-2, p. 1-6, ago. 2006. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-006-9096-1>.

SILVA, João Henrique Barbosa da; SILVA, Antônio Veimar da; SILVA, Carla Michelle da; GOMES, Talita Regina Veloso Ribeiro; ARAÚJO, Vanderléia Fernanda dos Santos; NÓBREGA, Jéssica Sousa; SILVA, José Luiz Carneiro da; DANTAS, Victor Correia de Melo Ferreira; SILVA, José Artur; SOARES, Augusto Oliveira Guedes. Uso de bioestimulantes na cultura do milho (*Zea mays* L.): uma revisão. **Scientific Electronic**

Archives, [S.L.], v. 16, n. 5, p. 7-14, 30 abr. 2023. Scientific Electronic Archives. <http://dx.doi.org/10.36560/16520231664>.

SHINOZAKI, K. et al. Responses to abiotic stress. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. (Ed.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. 2. ed. West Sussex: Wiley Blackwell, 2015. cap. 22, p. 1051-1100.

SHINOZAKI, K. et al. Responses to abiotic stress. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. (Ed.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. 2. ed. West Sussex: Wiley Blackwell, 2015. cap. 22, p. 1051-1100.

WINCK, Matheus Fontana; FROEHLICH, Cristiane; SCHREIBER, Dusan; JAHNO, Vanusca Dalosto. Vermicompostagem para o gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 1-15, 1 jul. 2022. Centro Universitário de Maringá. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n3e10169>.