

USO DO CHÁ DE VERMICOMPOSTO COMO ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DO ESTRESSE HÍDRICO EM PLANTAS DE MILHO

Raphael Guarda Cavalcante¹

Ana Laura Silva Leal²

Carlos Aurélio Lara³

Jonas Sebastião Vilas Boas Oliveira⁴

Daniela Vilas Bôas Braga⁵

Thiago Corrêa de Souza⁶

Implementação de práticas agrícolas sustentáveis

Resumo

A demanda por alimentos no mundo vem se tornando exponencial. Somado a isso, as mudanças climáticas trazem desafios para o cultivo e produção, que afetam diretamente toda humanidade. Atualmente, as práticas de cultivo de várias espécies vegetais dependem muito de insumos agroquímicos que, muitas vezes, são nocivos ao ambiente, ao consumidor e ao próprio produtor. Desta forma, tecnologias sustentáveis de potencializadores agrícolas vêm sendo desenvolvidas para contornar a situação e garantir um futuro ecoeficiente. Assim, a biotecnologia atua, nesta pesquisa, na avaliação do efeito de chás de vermicomposto para mitigação da influência do estresse hídrico em plantas de milho, tão consumida no mundo. Sob diferentes administrações do infuso (aplicação em solo, pulverização e o tratamento conjunto) nas plantas submetidas ao estresse hídrico e irrigadas, foram avaliados parâmetros fisiológicos e morfológicos, que refletem no desempenho do vegetal. O experimento obteve resultados que foram devidamente tratados estatisticamente sob análise de variância (ANOVA) e teste para tratamento de médias, sob significância de 5%. Constatou-se que os chás apresentaram resposta bioestimuladora e mitigaram, durante os primeiros momentos de déficit hídrico, os efeitos desta condição, em especial o tratamento com infuso pulverizado combinado a aplicação em solo. Para o tratamento de plantas irrigadas, o efeito bioestimulador foi observado, com exceção da administração conjunta (pulverização + solo). Entretanto, com o período de reidratação, algumas plantas sofreram com o estresse salino, apresentando efeito inibitório e não recuperatório do equilíbrio fisiológico vegetal.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Biotecnologia; Agroecologia; Milho.

1 Aluno de graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza, raphael.cavalcante@sou.unifal-mg.edu.br

2 Aluna de graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza, ana.leal@sou.unifal-mg.edu.br

3 Aluno de mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza, carlos.lara@sou.unifal-mg.edu.br

4 Aluno de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza, jonas.oliveira@sou.unifal-mg.edu.br

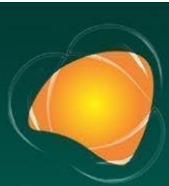
5 Aluna de doutorado em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza, daniela.boas@sou.unifal-mg.edu.br

6 Prof. Dr. da Universidade Federal de Alfenas – Instituto de Ciências da Natureza, thiago.souza@unifal-mg.edu.br

INTRODUÇÃO

O aumento exponencial da população mundial faz surgir uma demanda crescente por suprimentos básicos e, sobretudo, alimento (UDDIN, 2018). Somente na América Latina e no Caribe, sabe-se que cerca de 43,2 milhões de pessoas sofrem de fome, com estatísticas que superam as alcançadas em 2019, previamente à pandemia da COVID-19 (ONU, 2023). Atualmente, a humanidade busca soluções que supram essas necessidades básicas. Uma tecnologia muito popularizada e empregada em meados de 1940 foi a utilização de organoclorados e organofosforados, classes dos hoje, mais conhecidos, agrotóxicos. Sua ação praguicida foi muito bem explorada, e hoje existe um grande mercado para o controle das mais diversas doenças que permeiam as plantações. Somado a isso, esta indústria de agroinsumos se caracteriza pela grande dinamicidade, uma vez que as pesquisas na área precisam ser constantes para acompanhar a demanda por produtos mais eficazes. Entretanto, de acordo com Castro Neto et al. (2010), estudos mostram que o uso de agrotóxicos contaminam o meio ambiente e os alimentos, causando severos danos à saúde humana. Assim, a construção desta crítica ao uso dos insumos agrícolas fez crescer a procura de alternativas, como a agricultura orgânica. Esta tecnologia representa uma estratégia competitiva frente às grandes empresas agro-exportadoras, sendo considerada uma saída viável para a sustentabilidade ecológica.

Dentre as técnicas associadas à prática agroecológica, uma importante técnica é a de reaproveitamento de resíduos, na forma de vermicompostagem, como potencializadores das saúdes do solo e da planta (RHEMAN, 2023). Esta tecnologia vem como uma alternativa biotecnológica sustentável de incremento das propriedades nutritivas no solo. O vermicomposto é um produto orgânico resultante do processamento da biomassa por minhocas, rico em ácidos húmicos (ANTUNES, 2009). Uma grande diversidade de resíduos podem ser metabolizados por estes organismos, como esterco, restos de alimentos e até lodo de esgoto (SCHUMACHER et al., 2010). Esta técnica é de simples condução, sendo mais rápida que o processo de compostagem, e gerando um produto rico em atividade microbológica e reguladores de crescimento vegetal (ADHIKARY, 2012). Desta forma, a vermicompostagem pode ser empregada como alternativa ao uso excessivo de agroquímicos e uma via sustentável para produção de alimentos de alta qualidade.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

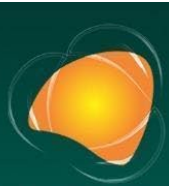
O projeto de pesquisa teve como objetivo verificar os efeitos do chá de vermicomposto de matriz animal e vegetal (esterco bovino e capim-elefante) no crescimento de milho e na tolerância da espécie ao estresse hídrico. Esta pesquisa procurou compreender os estudos relacionados ao crescimento do cultivar em vaso com o tratamento de chás de vermicomposto, e qual foi sua ação sob estas plantas em situações de estresse hídrico.

METODOLOGIA

A vermicompostagem foi realizada em minhocários localizados no Laboratório de Biotecnologia Ambiental & Genotoxicidade (BIOGEN), que foram montados em caixas próprias. Cada caixa possuía um volume de 10 L de solo e 20 minhocas por litro de solo, as quais foram alimentadas apenas com resíduos vegetais, como talos de plantas, restos e cascas de verduras, frutas e legumes – exceto cítricos, cebola e alho; e cobertos com serragem. A vermicompostagem foi mantida por 90 dias e teve seu teor de umidade controlado (40 – 60%), não sendo necessário revolvimento e nem controle de temperatura durante o processo. Utilizou-se, como substrato para produção do chá, o vermicomposto liofilizado do projeto de pesquisa anterior (a partir da matriz de esterco bovino), relacionado ao crescimento inicial de plantas de milho e sorgo, do mesmo projeto base. Os vermicompostos produzidos serviram como matéria-prima para obtenção do chá de vermicomposto, aplicado em concentração 1:10. Os tratamentos foram determinados de acordo com a forma e local no corpo vegetal de aplicação do infuso. Inicialmente, foi obtida uma solução estoque de concentração 1:1 (volume de vermicomposto puro). A solução do chá foi obtida por meio de extração aquosa aerada, durante 24 horas.

Para avaliar a capacidade de mitigação do estresse hídrico pela aplicação do chá de vermicomposto em plantas de milho, foram acondicionadas quatro sementes do cultivar em vasos de 8L, expostas aos tratamentos: solo irrigado (SI - 70% da capacidade de campo) e solo com déficit hídrico (DH - 50% da capacidade de campo). Após poucos dias de crescimento (V1/V2), selecionou-se as duas melhores plântulas por vaso.

Dividiu-se em solo irrigado (SI) e em solo com déficit hídrico (DH), junto a cada tratamento. A irrigação foi realizada com base no peso dos vasos para os tratamentos SI e DH. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) num esquema fatorial 2 x 4, sendo duas disponibilidades hídricas no solo (SI e DH) e quatro formas de utilização do chá (sem chá, com aplicação no solo, na folha, e em ambos). Cada tratamento foi



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

composto por 5 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. A parcela experimental foi um vaso de oito litros contendo duas plantas. O déficit hídrico foi imposto em um estágio de



REALIZAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais
Campus Muzambinho



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Sul de Minas Gerais

WWW.MEIOAMBIENTEPOCOS.COM.BR

5/6 folhas totalmente expandidas (V5/V6) por um período de 15 dias. Os tratamentos com chá de vermicomposto foram feitos acompanhando os estádios da planta, sendo eles em V1, V2, V3, V4 e outra uma semana após aplicação do estresse. O estresse foi iniciado após a medição de V4. Após 15 dias de aplicação do estresse hídrico, as plantas foram novamente irrigadas para manutenção de 70% da capacidade de campo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação até o período de 10 folhas totalmente expandidas (V5-V10).



Figuras 1, 2, 3 e 4: (1) início da plotagem do experimento, com 80 repetições. É válido ressaltar que foram 40 plântulas de milho e 40 repetições de sorgo. A experimentação foi conduzida na mesma casa de vegetação, conforme proposto pelo projeto mãe. Em (2) observa-se a seleção das plântulas nas parcelas experimentais, em V2. Na figura (3) observa-se as plantas de milho e sorgo em estágio vegetativo V4/V5, próximo ao dia de aplicação do estresse hídrico. Em (4) observa-se o final do experimento, com cultivares em V8/V9 (último dia de avaliação morfológica da parte aérea).

Para avaliação fisiológica das plantas de milho, foi realizada uma medição quanto à morfologia da parte aérea, sendo avaliada sua área foliar, e variáveis ecofisiológicas, como fotossíntese e condutância. Todos os parâmetros foram analisados em três momentos, sendo, em comum, analisados na primeira e segunda semanas após aplicação do estresse hídrico. A primeira avaliação morfológica foi realizada previamente a aplicação do déficit, e a última ecofisiológica após a reidratação.

Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade e, em seguida, submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em primeiro plano, analisou-se os resultados obtidos relativos ao aspecto morfológico das plantas de milho. Sobre estas medições, foi avaliado o parâmetro, como citado, da área foliar. Quanto a esta variável, foram realizadas apenas duas medições, diferentemente dos demais parâmetros. As aferições foliares foram feitas em estágio fisiológico V4, antes da aplicação do estresse hídrico e 14 dias após o estresse, junto ao desmonte do experimento. Abaixo, verificam-se os valores obtidos.

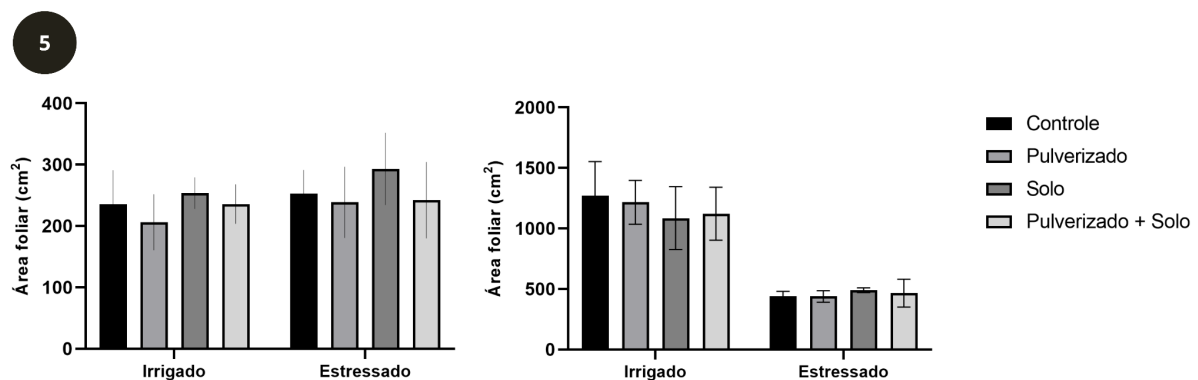


Figura 5: o gráfico à esquerda representa os valores aferidos sete dias após a indução do déficit hídrico. Já à direita observa-se as medições referentes à área foliar após duas semanas de estresse.

Os valores de área foliar obtidos na primeira semana após a aplicação do estresse hídrico não apresentaram diferença estatística significativa. Observou-se que as médias dos tratamentos são semelhantes, não refletindo o impacto significativo dos efeitos do estresse.

Entretanto, com a medição dos valores após duas semanas, notou-se um grande desenvolvimento dos tratamentos de plantas irrigadas, e uma inibição do crescimento foliar dos milhos submetidos ao estresse hídrico.

A análise desta variável reflete bastante o comportamento fisiológico vegetal. Observou-se que, no estresse, as médias dos valores em cada tratamento foram inferiores, após duas semanas. Este fenômeno se justifica devido a redução da turgência celular, impactando diretamente o crescimento da célula (TAIZ, 2017).

O crescimento celular depende da pressão turgor (Ψ_p), que se relaciona com a absorção de água e a consequente pressão exercida pela parede celular na membrana da célula. A diminuição dos recursos hídricos levam a redução da captação de água pelas raízes, afetando diretamente Ψ_p . Além disso, como resposta fisiológica ao estresse, ocorre o fechamento estomático. Quando fechados, as trocas gasosas são comprometidas, refletindo diretamente no desempenho fisiológico da planta (TAIZ, 2017). Sendo assim, observa-se abaixo os valores obtidos de condutância estomática.

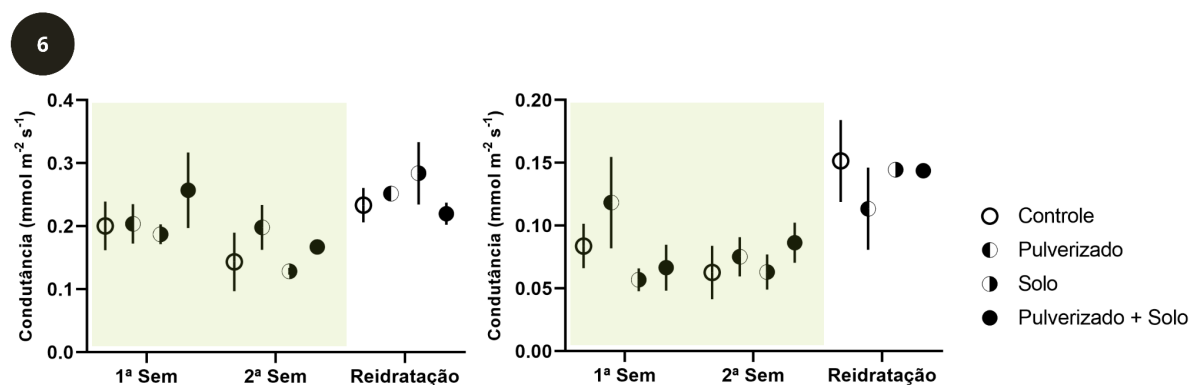


Figura 6: à esquerda, observa-se o gráfico referente às plantas de milho submetidas ao tratamento de irrigação. Durante o período, a hidratação do corpo vegetal se manteve constante, junto aos tratamentos de aplicação do chá. Após o período de reidratação, a quantidade de água disponibilizada para este tratamento aumentou. O quadrado em bege representa o período de indução do estresse hídrico. Já à direita, é representado o tratamento com déficit de água. Durante as primeira e segunda semanas, a única hidratação conferida a este tratamento foi pelo infuso de vermicomposto.

EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

Quanto ao gráfico referente às plantas irrigadas, notou-se que as duas primeiras semanas estabilizaram a condutância estomática em níveis semelhantes. Ainda na segunda semana, observou-se uma queda nas médias de abertura dos estômatos, comprometendo as atividades fisiológicas da planta. Após as duas semanas, o comportamento estomático se estabilizou. De maneira geral, foi notável que os tratamentos com aplicação de chá no solo e pulverizados aumentaram a resistência da planta aos efeitos do estresse hídrico, durante o período, apresentando níveis de condutância superiores em relação ao controle.

Para as plantas submetidas ao estresse hídrico, observou-se, durante a primeira semana, que o tratamento com aplicação de chá sob pulverização mitigou os efeitos do estresse hídrico sobre a condutância estomática. Pela segunda semana, notou-se minimamente que todos os tratamentos apresentaram um pequeno aumento relativo ao tratamento controle. Após a reidratação, os valores foram recuperados, embora com um desenvolvimento fisiológico bastante inferior em comparação ao tratamento com plantas irrigadas.

Por fim, analisou-se a fotossíntese. A condutância estomática e os níveis de fotossíntese estão diretamente relacionados, pois devido as taxas de transpiração e trocas gasosas, mediadas pelo estômato, a fotossíntese é limitada (STRUBBURGER, 2003).

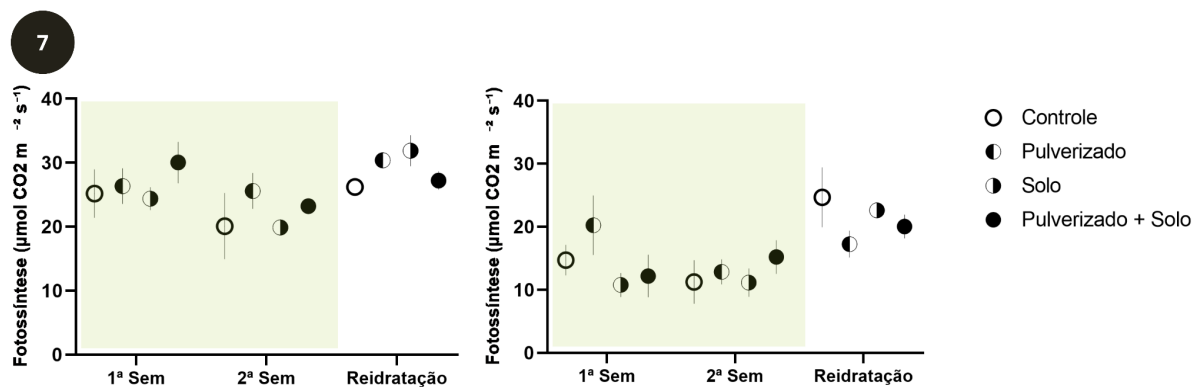
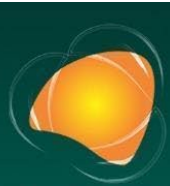


Figura 7: à esquerda, observa-se o gráfico referente às plantas de milho submetidas ao tratamento de irrigação. Durante o período, a hidratação do corpo vegetal se manteve constante, junto aos tratamentos de aplicação do chá. Após o período de reidratação, a quantidade de água disponibilizada para este tratamento aumentou. O quadrado em bege representa o período de indução do estresse hídrico. Já à direita, é representado o tratamento com déficit de água. Durante as primeira e segunda semanas, a única hidratação conferida a este tratamento foi pelo infuso de vermicomposto.

Quanto aos dados constatados acima, notou-se o padrão bastante homogêneo dos níveis de fotossíntese durante as duas semanas sob tratamento de estresse. Primeiramente, analisando as



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

medições realizadas com as plantas de milho irrigadas, observa-se que os tratamentos com aplicação de chá de vermicomposto no solo e na forma de pulverização somada a aplicação no solo, obtiveram índices superiores aos controles, demonstrando um possível efeito mitigador do déficit hídrico. Com o processo de reidratação, o nível fotossintético torna a aumentar. Entretanto, não houve diferença estatística significativa.

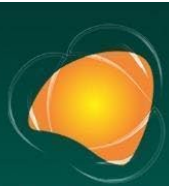
Já para o tratamento de estresse hídrico, como representado no gráfico à direita, o comportamento observado foi bastante semelhante ao irrigado. De maneira geral, os tratamentos com vermicomposto na forma pulverizada com aplicação em solo obtiveram taxas medianamente superiores nas duas primeiras semanas, junto à forma pulverizada.. Entretanto, após o período de reidratação, notou-se que seu desempenho para recuperação dos níveis fisiológicos após o estresse foram mais demorados. O tratamento com chá de vermicomposto em solo apresentou boas taxas de fotossíntese, mas ainda não superou o tratamento controle.

De maneira geral, os chás de vermicomposto podem auxiliar as plantas no mantimento de boas taxas de fotossíntese durante períodos de déficit ou estresse hídrico, melhorando o solo e fornecendo nutrientes e compostos bioativos, como hormônios de crescimento e antioxidantes (ARANCON, 2010). Estes compostos promovem a proteção dos vegetais de danos causados por maquinarias oxidativas, e preservam o sistema fotossintético. Além disso, os ácidos húmicos presentes nos chás aumentam a absorção de água pelas raízes, garantindo a pressão de turgor necessária para o crescimento celular e a fotossíntese eficiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os dados anteriormente apresentados, constata-se que os efeitos da aplicação do chá de vermicomposto em plantas de milho sob estresse hídrico foram positivos, e auxiliaram, de maneira geral, na mitigação dos efeitos do déficit. Em consideração aos tratamentos, foram analisadas duas vias de aplicação do chá, sendo elas pelo solo e por pulverização, além da administração em conjunto do infuso.

Em termos morfológicos, nota-se que os resultados obtidos para área foliar não apresentam tratamentos em destaque para condições de estresse hídrico nas duas semanas, com exceção da aplicação do infuso pelo solo combinada a pulverização. Em especial, na primeira



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

semana, nota-se uma grande bioestimulação por parte do chá para o estresse hídrico, com desenvolvimento considerável das folhas em relação ao tratamento de plantas irrigadas. Já na segunda semana, apresenta-se o efeito inibitório, com baixo desenvolvimento foliar.

Já sob o ponto de vista ecofisiológico, analisando os dados obtidos de condutância estomática e fotossíntese, observa-se o destaque de dois tratamentos durante o período de estresse: administração por pulverização, e de pulverização combinada a aplicação no solo. Para o tratamento de plantas irrigadas, nota-se o efeito bioestimulante de todos os tratamentos após o período de reidratação.

Constata-se, entretanto, no período supracitado, o efeito inibitório do tratamento com pulverização e uso em solo, embora, estatisticamente, não tenha havido diferença estatisticamente significativa. Este evento pode ser explicado pelo efeito inibitório do estresse salino provocado pelo excesso e não total metabolização dos compostos pela planta (FATIMA, 2018).

REFERÊNCIAS

ABAD, Q.; SHAFIQI, S. Vermicompost: Significance and Benefits for Agriculture. **Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology**, Afeganistão, v. 3, n. 2, p. 202-207, Maio 2024.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/380681929_Vermicompost_Significance_and_Benefits_for_Agriculture. Acesso em: 01 set. 2024.

ADHIKARY, S. Vermicompost, the story of organic gold: A review. **Agricultural Sciences**, India, v. 3, n. 7, p. 905-917, 11 out. 2012. Disponível em: https://www.scirp.org/html/4-3000330_24396.htm?utm_source=zalo&utm_medium=zalo&utm_campaign=zalo&zarsrc=30. Acesso em: 13 ago. 2024.

ANJUM, S. A. *et al.* Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. **African Journal of Agricultural Research**, China, v. 6, n. 9, p. 2026-2032, 4 maio, 2011.

Disponível em: https://academicjournals.org/article/article1380900919_Anjum%2520et%2520al.pdf.

Acesso em: 01 set. 2024.

ANTUNES, R. M. Humificação de resíduos orgânicos durante a vermicompostagem e seu efeito nos atributos químicos do solo e no crescimento inicial de acácia negra (*Acacia mearnsii*). 2009. 86f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

ANTUNES, R. M. *et al.* Crescimento inicial de acácia-negra com vermicompostos de diferentes resíduos agroindustriais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 1-9, jan-mar. 2016. Disponível



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/w4MtqDw6QT4PskcV6WdWG5M/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

ARANCON, N. Q.; EDWARDS, C. A.; LEE, S.; BYRNES, O. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. **European Journal of Soil Biology**, v. 46, n. 1, p. 65-69, 2010.

BELLITÜRK, K.; FANG, L. Effect of post-production vermicompost and thermophilic compost blending on nutrient availability. **Waste Management**, Estados Unidos, v. 155, n. 3, p.146-152, Jan 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/365300071_Effect_of_post-production_vermicompost_and_thermophilic_compost_blending_on_nutrient_availability. Acesso em: 01 set. 2024.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química nova na escola**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 10-15, fev. 2012. Disponível em: <https://anajuliaeap.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/07/q-dos-agroto3b3xicos1.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BIJALWAN, P.; SHARMA, M.; KAUSHIK, P. Review of the Effects of Drought Stress on Plants: A Systematic Approach. **Preprints**, India, 2022. Disponível em: <https://www.preprints.org/manuscript/202202.0014/v1>. Acesso em: 25 ago. 2024.

CASTELLINI, M. *et al.* Impact of vermicompost addition on water availability of differently textured soils. **Heliyon**, Itália, v. 10, n. 2, agost. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/382874830_Impact_of_vermicompost_addition_on_water_availability_of_differently_textured_soils. Acesso em: 01 set. 2024.

CELIKCAN, F.; KOCAK, M. Z.; KULAK, M. Vermicompost applications on growth, nutrition uptake and secondary metabolites of *Ocimum basilicum* L. under water stress: A comprehensive analysis. **Industrial Crops and Products**, Turquia, v. 171, nov. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092666902100738X>. Acesso em: 01 set. 2024.

DOMINGUEZ, J.; EDWARDS, C. A. Vermicomposting organic wastes: A review. **Soil zoology for sustainable development in the 21st century**, Cairo, p. 369-395, 2004. Disponível em: <https://jdguez.webs.uvigo.es/wp-content/uploads/2011/10/cairo1.pdf>. Acesso em: 01 set. 2024.

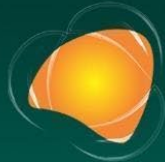
FATIMA, M. *et al.* Effect of vermicompost and plant growth promoting rhizobacteria on maize growth under salt stress. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 2, p. 162-172, 2018.

KAPOOR, D. *et al.* The Impact of Drought in Plant Metabolism: How to Exploit Tolerance Mechanisms to Increase Crop Production. **Appl. Sci.**, India, v. 10, n. 16, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/16/5692>. Acesso em: 27 ago. 2024.

KAVAMURA, V. N.; ESPOSITO, E. Biotechnological strategies applied to the decontamination of soils polluted with heavy metals. **Biotechnology Advances**, Brasil, v. 28, n. 1, p. 61-69, January–February 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0734975009001530>. Acesso em: 01 set. 2024.

MANZOOR, A. *et al.* Vermicompost: A potential organic fertilizer for sustainable vegetable cultivation. **Scientia Horticulturae**, Paquistão, v. 336, out 2024 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423824006009>. Acesso em: 01 set. 2024.

REALIZAÇÃO



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

MARSCHNER, P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. **Elsevier**, Austrália, Third edition, 2012. Disponível em: https://home.czu.cz/storage/737/65060_Mineral-Nutrition-of-higher-plants-Marschner-2012.pdf. Acesso em: 01 set. 2024.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. ONU: 43,2 milhões de pessoas sofrem de fome na América Latina e no Caribe. **Organização das Nações Unidas**, 09 nov. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/252299-onu-432-milh%C3%B5es-de-pessoas-sofrem-de-fome-na-am%C3%A9rica-latina-e-no-caribe>. Acesso em: 13 ago. 2024.

PAYMANEH, Z. *et al.* Vermicompost and/or compost and arbuscular mycorrhizal fungi are conducive to improving the growth of pistachio seedlings to drought stress. **Applied Soil Ecology**, Iran, v. 182, fev. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092913932200333X>. Acesso em: 01 set. 2024.

REHMAN, S. U. *et al.* Vermicompost: Enhancing Plant Growth and Combating Abiotic and Biotic Stress. **Agronomy**, Itália, v. 13, n. 4, 16 abr. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/4/1134>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SCHUMACHER, M. V. *et al.* Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis Hill ex Maiden*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n.2, p. 121-130, jun-dez. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/J8tsknJwSkmbZGgQrydXHXH/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SHAO, H. B. *et al.* Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants-biotechnologically and sustainably improving agriculture and the environment in arid regions of the globe. **Crit. Rev. Biotechnol.**, China, v. 29, n. 2, p. 131-151, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19412828/#full-view-affiliation-1>. Acesso em: 02 set. 2024.

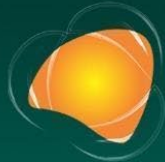
STRUBBURGER, E.; NOLL, F.; SCHENCK, H.; SCHIMPER, A. F. W. Tratado de botânica. 36. ed. Madrid: Omega, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TONIOLO, B. P. *et al.* Aplicação de um sistema de inferência fuzzy para avaliação do risco de contaminação de poços de água em áreas contaminadas. **Desenvolvimento, Tecnologia & Meio Ambiente**, Brasil, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Bruno-Pereira-Toniolo-2/publication/375693814_Aplicacao_de_um_sistema_de_inferencia_fuzzy_para_avaliacao_do_risco_de_contaminacao_de_pocos_de_agua_em_areas_contaminadas/links/6556b389b86a1d521bea55bf/Aplicacao-de-um-sistema-de-inferencia-fuzzy-para-avaliacao-do-risco-de-contaminacao-de-pocos-de-agua-em-areas-contaminadas.pdf#page=141. Acesso em: 01 set. 2024.

UDDIN, M. K. Agrochemicals and Environmental Risks. **Global Law and Policy Developments**, Bangladesh, v. 48, n. 2, 2018. Disponível em: <https://heionline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/envpola48&div=20&id=&page=>. Acesso em: 13 ago. 2024.

URIONABARRENETXEA, E. *et al.* Effects of elevated temperatures and cadmium exposure on stress biomarkers at different biological complexity levels in *Eisenia fetida* earthworms. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, Spain, v. 231, May 2020.



21º Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE

de Poços de Caldas
22 a 25 DE OUTUBRO | 2024

EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1532045620300351>. Acesso em: 01 set. 2024.



REALIZAÇÃO

