



# I WORKSHOP DE HORTICULTURA NO SEMIÁRIDO & VIII SEMANA DE AGRONOMIA 02 a 06 de setembro de 2024

## Influência da aplicação de nano óxidos e bioinoculantes na respiração microbiana da rizosfera do tomateiro sob déficit hídrico

Lindinês Lima da COSTA<sup>1</sup>; Leandro Nunes de FREITAS<sup>2</sup>; Mirraelly de Sousa INOCENCIO<sup>3</sup>; Vitor Manoel Bezerra da SILVA<sup>4</sup>; Adriana Silva LIMA<sup>5</sup>; Josinaldo Lopes Araújo ROCHA<sup>6</sup>

I Workshop de Horticultura no semiárido & VIII Semana de Agronomia

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, lindineslima2018@gmail.com

**RESUMO:** A respiração microbiana é um bioindicador que podem ser influenciados pelo uso intensivo e manejo, sua sensibilidade mostra-se bastante eficientes no monitoramento da qualidade do solo, principalmente da rizosfera. Objetivou-se avaliar os a respiração microbiana da rizosfera do tomateiro cultivado com nano óxido de zinco e ferro, bioinoculantes e déficit hídrico. O experimento foi instalado em parcelas subdivididas no espaço, onde as parcelas compreenderam a dois níveis de irrigação (50% e 100% da evapotranspiração potencial - $E_t$ ) e as subparcelas por seis tratamentos: T1= controle; T2 = nanopartículas de óxido de zinco via foliar (NZnO); T3 = nanopartículas de óxido de ferro via foliar (NPFe<sub>2</sub>O), T4 = sulfato de zinco via foliar (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O); T5 = sulfato de ferro via foliar (FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) e T6: Bioinoculantes formado pela mistura dos produtos comerciais Azokop<sup>®</sup> contendo *Azospirillum brasilense* CEPAS AbV5 e AbV6 na concentração nominal de  $2 \times 10^8$  UFC/mL e o produto No-Nema<sup>®</sup>, contendo *Bacillus amyloliquefaciens* na concentração de  $1,0 \times 10^9$  UFC/mL., com quatro blocos (repetições). A respiração microbiana da rizosfera foi mensurada pela captura do C-CO<sub>2</sub> produzido pelo NaOH em ambiente hermeticamente fechado. O tomateiro cultivado com a nanopartícula e os bioinoculantes estimularam a respiração da rizosfera, tanto em situações em que não houve déficit hídrico, quanto na ocorrência desse estresse.

**PALAVRAS-CHAVE:** nanotecnologia, nano-biofertilizantes, bactérias promotoras do crescimento vegetal, olericultura, eficiência hídrica.

### INTRODUÇÃO

Os indicadores biológicos possuem elevada sensibilidade ao manejo empregado no solo (FIDELIS et al., 2016), sendo estes capazes de verificar as atuais condições edáficas (SILVA et al., 2015). A influência da atividade microbiana quanto à qualidade do solo ocorre devido os microrganismos operarem em inúmeros processos edáficos, bem como em funções do ecossistema, tornando-se essencial a avaliação biológica do solo (BATISTA et al., 2018; ANDRADE, 2021).

As plantas possuem certa habilidade em atrair microrganismos que irão colaborar com a sua proteção, e com o desenvolvimento da rizosfera (BERENDSEN et al., 2012; BAKKER et al., 2013; MENDES et al., 2013). Isso pode ser atrelado ao fato de raízes secretarem exsudatos orgânicos que contribuem com o crescimento de múltiplas comunidades microbianas na rizosfera (CARDOSO; ANDREOTE, 2016; MELO, 2022).

Neste sentido, a utilização de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP) na agricultura é uma tecnologia que pode aumentar a produtividade das culturas, a fertilidade do solo, a exemplo dos solublizadores de fosfato, sem exercer nenhum efeito nocivo ao ambiente (RAMAKRISHNA et al., 2019). Além disso, podem levar à produção de substâncias osmorreguladoras pela planta e assim atuar de forma sinérgica, colaborando na tolerância à seca (VINCI et al., 2018; MATOS et al., 2019), aumentando o comprimento das raízes das plantas, conduzindo assim a uma maior absorção de água e nutrientes do solo (LUO et al., 2019).

A busca pela tolerância à seca por meio da atenuação do déficit hídrico tem sido objetivo de diversas pesquisas, e uma estratégia que tem revolucionado a agricultura é o uso da nanotecnologia, a exemplo dos nanofertilizantes (GHOLINEZHAD, 2017; AHMADIAN et al., 2021). A Região Semiárida do Brasil, em destaque o Sertão Paraibano, que possui potencial para a produção de diversas hortaliças de frutos como tomate, berinjela e pimentão, durante todo o ano, apresenta baixa produtividade e qualidade devido ao manejo

inadequado da fertilidade do solo, especialmente em relação à adubação e à escassez de água, e elevada taxa de evapotranspiração (DAMASCENO et al., 2022).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os a respiração microbiana da rizosfera do tomateiro cultivado com nano óxido de zinco e ferro, bioinoculantes e déficit hídrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, em área pertencente a Fazenda Experimental Rolando Henrique Rivas Castellón do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Pombal-PB.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no espaço, em que as parcelas compreenderam dois níveis de irrigação (50% e 100% da evapotranspiração potencial - Eto), e as subparcelas por seis tratamentos (Tabela 1) e quatro blocos (repetições), totalizando 48 unidades experimentais.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos usados no experimento desenvolvido no Setor de olericultura da Fazenda Experimental Rolando Henrique Rivas Castellón do CCTA/UFCG, São Domingos – PB.

Tratamentos	Descrição
T1	Controle
T2	Nanopartícula de óxido de zinco (NPZnO) via foliar (0,25g/L)
T3	Nanopartícula de óxido de ferro (NPFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) via foliar (0,30g/L)
T4	Sulfato de ferro p.a (FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O) via foliar (4,54 g/L)
T5	Sulfato de zinco p.a (ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O) via foliar (4,54 g/L)
T6	Bioinoculantes via radicular: Azokop <sup>®</sup> <i>Azospirillum brasilense</i> CEPAS AbV5 e AbV6 na concentração nominal de 2 x 10 <sup>8</sup> UFC/mL (3L/ha) + o produto No-Nema <sup>®</sup> , contendo <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> na concentração de 1,0 x 10 <sup>9</sup> UFC/mL(3L/ha).

O espaçamento usado no cultivo das plantas foi o de 1,2 m entre linhas e 0,7 m entre plantas da fileira. Cada subparcela era constituída de três linhas de 2,1 m de comprimento nas quais foram cultivadas 12 plantas. A parcela útil para fins de coleta de dados foi constituída por quatro plantas centrais de cada unidade experimental. As subparcelas tiveram espaçamento de 1,5 m e os blocos por 2,0 m de distância.

A área total do experimento foi de 630 m<sup>2</sup>. As mudas de tomate (*Solanum lycopersicon*), híbrido HM 2798, foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (Isopor<sup>®</sup>), com 128, as quais foram preenchidas com substrato composto por solo, areia e esterco bovino, na proporção de 1:1:1.

As adubações, nitrogenada e potássica, foram realizadas via fertirrigação, seguindo um cronograma de aplicação das fontes de acordo com as recomendações técnicas para as culturas, que consideram a marcha de absorção e a relação N/K ao longo do seu ciclo.

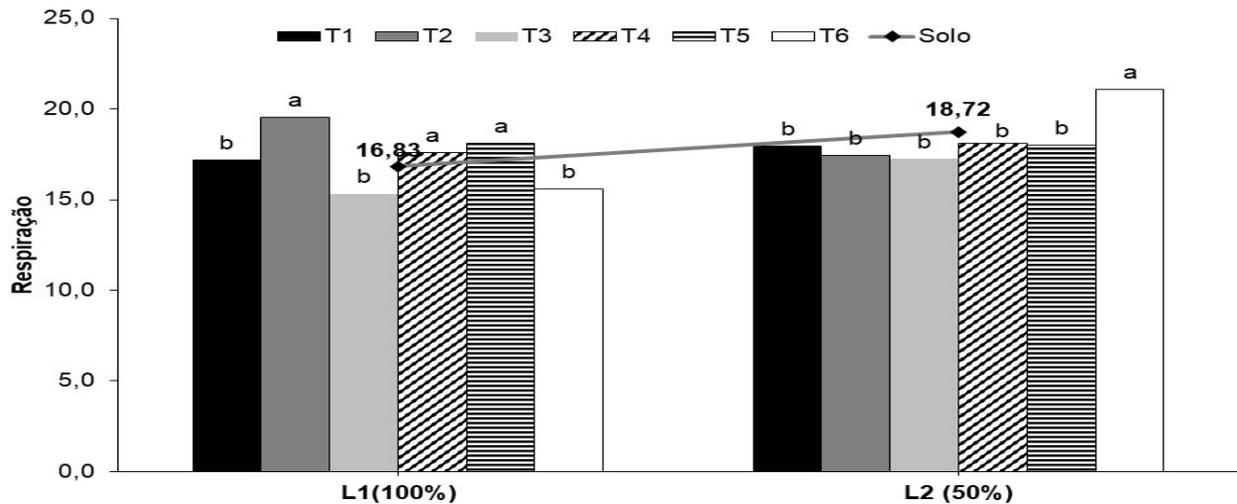
As plantas foram irrigadas por gotejamento, com gotejadores espaçados de 0,20 m e com vazão nominal de 1,6 L/h. O fornecimento diário das lâminas de irrigação foi realizado por meio do tempo de irrigação considerando as características do sistema de cultivo e do sistema de irrigação.

A respiração microbiana do solo foi mensurada pela captura do C-CO<sub>2</sub> produzido no solo pelo NaOH em ambiente hermeticamente fechado (ALEF; NANNIPIERI, 1995)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram uma elevação na respiração em toda a área (Figura 1) quando comparados com os dados do solo, motivado pelo preparo da área (aração e gradagem), uma vez que o preparo da área influencia diretamente nas propriedades do solo, afetando assim a atividade microbiana.

O maior resultado encontrado, na lâmina que correspondeu a 100% da ETc, foi o tratamento com a nanopartícula de óxido de zinco (NPZnO) (T2), não tendo diferença com os tratamentos em que se aplicou via foliar, sulfato de ferro p.a (FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) (T4) e sulfato de zinco p.a (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) (T5). Já os tratamentos com os menores valores foram no tratamento com a nanopartícula de óxido de ferro (NPFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (T3), o tratamento com bioinoculantes (T6), e no tratamento controle (C) onde não houve aplicação de nenhuma das fontes de zinco e ferro, ou dos bioinoculantes. Esse resultado indica, que a combinação do sulfato de zinco proporcionou um aumento na atividade microbiana da rizosfera do tomate (Figura 1).



**Figura 1-** Respiração edáfica (mg C-CO<sub>2</sub>.100 cm<sup>3</sup> solo) das amostras da rizosfera do solo tomateiro sob aplicação de nano óxidos e bioinoculantes e déficit hídrico, no Setor de olericultura da Fazenda Experimental Rolando Henrique Rivas Castellón da UFCG /CCTA, São Domingos – PB.

Quando observamos os resultados obtidos para a lâmina de 50% da ETc, os tratamentos com bioinoculantes (T6) obtiveram resultados superiores aos demais tratamentos. Para essa condição de déficit hídrico, com lâmina de 50% da ETc, era esperado que os tratamentos que possuía as nanopartículas, e com o sulfato de zinco (T3 e T4 respectivamente), obtivessem os melhores resultados, contudo, não foi observada essa resposta por essas combinações de tratamentos (Figura 1). Isso pode indicar que o tomateiro estimulou a os microrganismos presentes nos produtos aplicados, nos tratamentos com 50% da ETc.

A capacidade de sobrevivência dos microrganismos e destes exercerem suas atividades são determinadas por diversos fatores limitantes de caráter bióticos (genética e relação entre os microrganismos) e abióticos (salinidade, pH, nutrientes, temperatura, elementos tóxicos, fontes de energia) (FURTAK; GALAZKA, 2019). O tipo de manejo praticado no solo afeta diretamente os fatores que influenciam a vida microbiana do solo, dessa forma, a população microbiana e as atividades que esta exerce (SILVA et al., 2015). E neste sentido, a respiração edáfica é um importante indicador biológico para avaliar a aptidão do solo quanto ao crescimento vegetal (BATISTA et al., 2018).

## CONCLUSÃO

O tomateiro cultivado com a nanopartícula e os bioinoculantes estimularam a respiração da rizosfera tanto em situações em que não houve déficit hídrico, quanto na ocorrência desse estresse.

## REFERÊNCIAS

- AHMADIAN, K. Nano-fertilizers improved drought tolerance in wheat under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, v. 244, p. 106544, 2021.
- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Eds) *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press, 1995. 576 p.
- ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M. A. (2005). Bioindicadores para uma análise de risco ambiental. *Biotecnologia Ciências e Desenvolvimento.*, 34: p,11-19.
- BAKKER, P. A.; BERENDSEN, R. L.; DOORNBOS, R. F.; WINTERMANS, P. C.; PIETERSE, C. M. (2013). The rhizosphere revisited: root microbiomics. *Frontiers in plant science*, 4, 165.
- BATISTA, E. R.; ZANCHI, C. S.; FERREIRA, D. A.; SANTIAGO, F. L. de A.; PINTO, F. A.; SANTOS, J. V. dos; PAULINO, H. B.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos do solo em sistema integrado de produção agropecuária. In: SOUZA, E. D. de et al (Org.). *Sistemas Integrados de produção agropecuária no Brasil*. Tubarão: Copiart, 2018. v. 1, p. 71-90.

BERENDSEN, R. L.; PIETERSE, C. M.; BAKKER, P. A. (2012). The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends in plant science*, 17 (8), 478-486.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. *Microbiologia do solo*. 2a ed. Piracicaba: ESALQ, 2ª Edição, 2016, 221p.

DAMASCENO, L.F.; COVA, A.M.W.; GHEYI, H.; ALMEIDA, W.F.; DIAS, J.A.L.; RIBEIRO, S.V. Production, and water consumption of eggplant under salt stress and continuous drip and pulse drip irrigation. *Revista Caatinga*, v. 35, n. 2, p. 450 – 459, 2022.

FIDELIS, R. R.; ALEXANDRINO, C. M. dos S.; SILVA, D. B.; SUGAI, M. A. A.; SILVA, R. R. da. 2016. Indicadores biológicos de qualidade do solo em culturas intercalares ao pinhão manso. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, 9, 87-95.

FURTAK, K.; GALAZKA, A. Edaphic factors and their influence on the microbiological biodiversity of the soil environment. *Advancements of Microbiology*, v. 58, n. 4, p. 375-385, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21307/PM-2019.58.4.375>

GHOLINEZHAD, E. Effect of Drought Stress and Fe Nanofertilizer on Seed Yield, Morphological Traits, Essential Oil Percentage and Yield of Dill (*Anethumgraveolens* L.), *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, v.20, n.4, p.1006-1017, 2017. doi:10.1080/0972060X.2017.1362999

LUO, Y. et al. *Sphingomonas sp.* Cra20 increases plant growth rate and alters rhizosphere microbial community structure of *Arabidopsis thaliana* under drought stress. *Frontiers in Microbiology*, v. 10, 1221, 2019. doi: 10.3389/fmicb.2019.01221

MATOS, C.C. et al. Competitive capacity and rhizosphere mineralization of organic matter during soil-herb microbiota interactions. *Planta Daninha*, v.37, 2019. doi:10.1590/s0100-83582019370100007

MELO, I. S. de. Ecologia da rizosfera e filosfera. Agência de Informação Embrapa Agricultura e Meio Ambiente. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia23/AG01/arvore/AG01\\_22\\_299200692526.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia23/AG01/arvore/AG01_22_299200692526.html). Acesso em: 26 de maio de 2022.

RAMAKRISHNA, W. et al. Brown gold of marginal soil: Plant growth promoting bacteria to overcome plant abiotic stress for agriculture, biofuels, and carbon sequestration. *Science of The Total Environment*, 2019. doi:10.1016 / j. scitotenv.2019.135062.

SILVA, D. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; JAQUES, R. J. S.; SILVEIRA, A. O.; SILVA, D. A. A.; RACHE, M. M.; PASSOS, V. H. G.; SILVA, B. R. Indicadores Microbiológicos de solo em pastagem com aplicação sucessiva de dejetos de Suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v.39, n.6, 2015.

VINCI, G. et al. Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* and different phosphorus sources on maize plants as revealed by NMR and GC-MS based metabolomics. *Plant Soil*, v. 429, p.437–450, 2018. doi:10.1007/s11104-018-3701-y