



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

Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com berinjela sob déficit hídrico, nanopartículas e bioinoculante

Leandro Nunes de FREITAS¹; Adriana Silva LIMA²; Mirraelly de Sousa INOCENCIO³; Lindinês Lima da COSTA⁴; Vitor Manoel Bezerra da SILVA⁵; Josinaldo Lopes Araújo ROCHA⁶

I Workshop de Horticultura no semiárido & VIII Semana de Agronomia

¹Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), leofreitas745@gmail.com

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar o carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com berinjela (*Solanum melongena* L.) sob déficit hídrico, nanopartículas e bioinoculantes. O experimento foi realizado em condições de campo, em área pertencente a Fazenda Experimental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), no município de São Domingos – PB. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas subdivididas no espaço, as parcelas compreenderam dois níveis de irrigação (50% e 100% da evapotranspiração da cultura - Etc) e as subparcelas por cinco tratamentos compostos pela combinação de nanopartícula de óxido de zinco (NPZnO), Sulfato de zinco p.a (ZnSO₄.7H₂O) e, ou bioinoculante (BIO) contendo as bactérias promotoras de crescimento vegetal (*Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens*). A combinação do sulfato de zinco com bioinoculante estimularam o aumento na comunidade microbiota da rizosfera da berinjela, sob irrigação com lâmina de 100% da ETc. Já na lâmina de 50% da ETc, esse aumento foi observado no controle, e nos tratamentos com nanopartícula de Zn e sulfato de Zn (ambos via foliar). A aplicação de bioinoculante com nanopartícula e sulfato de Zn reduziram o CBM, na lâmina de 50% ETc.

PALAVRAS-CHAVE: Rizosfera, hortaliças, bactérias promotoras de crescimento vegetal

INTRODUÇÃO

O estresse hídrico é o fator abiótico que mais ocasiona perdas na produção de plantas que apresentam alta sensibilidade ao déficit de irrigação (BALDO, 2007), afetando tanto crescimento como o desenvolvimento das culturas. Estratégias para atenuar os efeitos desse estresse estão sendo estudadas, como o uso de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) e, mais recentemente, o emprego da nanotecnologia.

O uso dos bioinoculantes como BPCP, podem favorecer no aumento do comprimento das raízes das plantas, contribuindo assim para uma maior absorção de água e nutrientes do solo (LUO et al., 2019). Já a nanotecnologia usada, por meio das nanopartículas ou nanofertilizantes, podem atuar como produtos de biofortificação (AHMADIAN et al., 2021).

Os indicadores biológicos de qualidade do solo, como é o caso do carbono da biomassa microbiana, são extremamente sensíveis as condições do ambiente e ao manejo empregado no solo (JENKINSON & LADD, 1981). As temperaturas, presença ou ausência de cobertura no solo, estresse hídrico, adubação, seca e uso de insumos agrícolas, são alguns dos fatores que podem influenciar na biomassa microbiana. Dito isso, faz-se necessário o estudo de diferentes estratégias de manejo e, de condições de cultivo para entender o comportamento dessas comunidades microbianas presente no solo.

Neste sentido, objetivou avaliar o carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com berinjela (*Solanum melongena* L.) sob déficit hídrico, nanopartículas e bioinoculante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, em área pertencente a Fazenda Experimental Rolando Henrique Rivas Castellón da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), no município de São Domingos – PB. O delineamento usado

foi de blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas subdivididas no espaço, em que as parcelas compreenderam dois níveis de irrigação (50% e 100% da evapotranspiração da cultura - ETc) e as subparcelas por cinco tratamentos compostos pela combinação de nanopartícula de óxido de zinco (NPZnO), Sulfato de zinco p.a (ZnSO₄.7H₂O) e, ou bioinoculante (BIO) contendo as bactérias promotoras de crescimento (*Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens*); sendo os demais tratamentos, C = controle, T1 = (nanopartícula de óxido de zinco)NPZnO via foliar, T2 = sulfato de Zn (foliar), T3 = (nanopartícula de óxido de zinco) NPZnO (foliar) + BIO via solo, T4 = sulfato de Zn (via solo) + BIO via solo; com quatro blocos (repetições).

As mudas de berinjela (*Solanum melongena* L.) foram da cultivar 'Ciça', o transplântio foi feito 37 após a emergência das plântulas. As mudas foram transplantadas no espaçamento de 1,2 m entre linhas e 0,8 m entre plantas em um total de 20 plantas cultivadas por subparcela. A parcela útil consistiu em uma área de 3,0 m x 3,0 m.

Os tratamentos (T1 e T3) que continham nanopartícula de óxido de zinco (NPZnO), foi preparado o produto p.a da marca Sigma Aldrich® que possui 97% de pureza. A suspensão de trabalho de NPZnO foi preparada na concentração de 50 g/L e, sua aplicação foi feita via foliar. Já os tratamentos usando fonte comercial de sulfato de Zn foram preparados na razão de 4,54 g L⁻¹ ZnSO₄, onde para o tratamento T2 foi aplicando em média 35 mL de solução por plantas via foliar, usando um aplicador costal, e para o tratamento com sulfato de zinco via solo (T4) foi aplicado 50 mL da solução diluída de ZnSO₄ por plantas.

Para os tratamentos referentes a bioinoculante (T3 e T4), foram aplicados exclusivamente via solo, aplicando solução contendo os microrganismos na proporção de 4L/ha ou, 50 mL por planta. O produto usado como fonte do *Bacillus subtilis* BV-09 foi o produto líquido BIOBACI®, enquanto para *Bacillus amyloliquefaciens* foi empregado o produto NO-NEMA® contendo 1,0 x 10⁹ UFC/mL. Ambos os produtos foram aplicados na zona radicular.

O método de irrigação usado foi o localizada com os sistemas de gotejamento, os quais correspondiam a duas lâminas de irrigação com 50% e 100% da ETc. O espaçamento entre gotejadores foi de 0,20 m com vazão nominal de 1,6 L/h.

Para a determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM) foi realizado uma coleta de solo na área experimental durante a condução do experimento, sendo coletada as amostras 58 dias após o transplântio (DAT) das mudas, durante a colheita dos frutos da berinjela.

O método utilizado para determinação foi o da irradiação-extração, esse método apresenta como princípio básico a eliminação de microrganismos pela irradiação eletromagnética de forno de micro-ondas (BROOKES et al., 1982; ISLAM; WEIL, 1998; FERREIRA et al., 1999).

As variáveis foram avaliadas mediante análise de variância, pelo teste F (1 e 5% de probabilidade) e, nos casos em que houve efeito significativo, foi realizada análise de comparação de médias pelo teste Scott-knott, utilizando do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resumo da análise de variância e possível observar que houve diferença significativa para o carbono da biomassa microbiana na interação entre os tratamentos e as lâminas de irrigação usadas no experimento (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para o carbono da biomassa microbiana aos 58 dias após o transplântio.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
		Carbono da biomassa
Lâmina (L)	1	64.328615*
Blocos	3	4.393700 ^{ns}
Erro(a)	3	5.960063
Parcelas		
Tratamentos(T)	4	14.501288*
Interação LxT	4	30.524988*
Erro (b)	24	0.895306
C.V%(a)		15.84
C.V%(b)		6.14

ns, * respectivamente não significativo, significativo a (p < 0,05) de probabilidade pelo teste F.

Conforme observado na Figura 1, o maior resultado encontrado, na lâmina que correspondeu a 100% da ETc, foi obtido no tratamento com a combinação do sulfato de zinco aplicado ao solo juntamente com o bioinoculante (T4). Já os tratamentos com os menores valores foram o T2, com sulfato de zinco via foliar, e no tratamento controle (C) onde não houve aplicação de nenhuma das fontes de zinco ou do bioinoculante. Esses resultados indicam, que a combinação do sulfato de zinco com bioinoculante proporcionou um aumento na comunidade microbiana da rizosfera da berinjela.

Quando observamos os resultados obtidos para a lâmina de 50% da ETc, os tratamentos sem bioinoculante (C, T1 e T2,) 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 os microrganismos atenuantes do estresse hídrico associados com a nanopartícula, 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 a berinjela estimulou a microbiota já existente no solo, nos tratamentos com 50% da ETc.

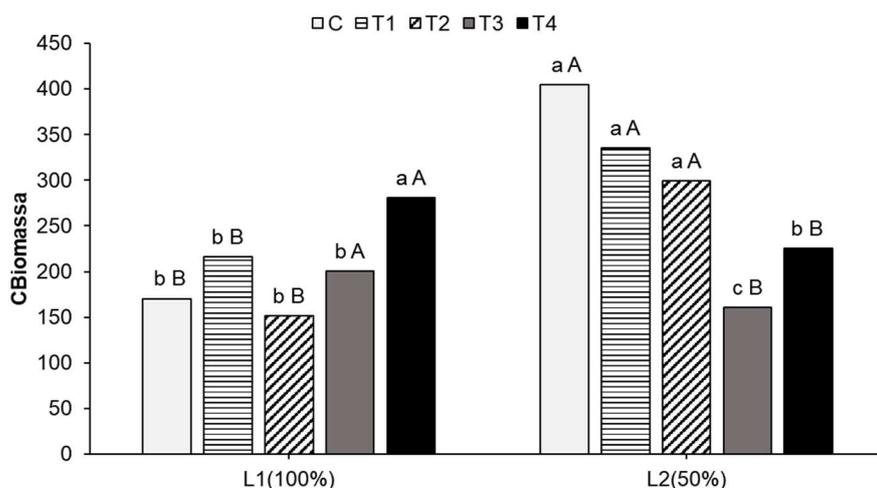


Figura 1. Carbono da Biomassa microbiana ($\mu\text{g g}^{-1}$ de C no solo) das amostras de solo do experimento de berinjela no Setor de olericultura da Fazenda Experimental Rolando Henrique Rivas Castellón da CCTA/UFCG, São Domingos, PB 2023. Onde C = controle, T1 = nanopartícula de Zn via foliar, T2 = sulfato de Zn (foliar), T3 = nanopartícula de Zn (foliar) + Bioinoculante via solo, T4 = sulfato de Zn (via solo) + Bioinoculante (via solo), L1 (100%) da ETc e, L2 (50%) da ETc. Médias seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula não apresentam efeito significativo entre os tratamentos com zinco/bioinoculante e lâminas de irrigação pelo teste Scott-knott 5% probabilidade respectivamente.

De acordo com Tejada et al. (2002), “a adição de fertilizante mineral ao solo pode resultar na alteração dos índices dos bioindicadores, evidenciando o efeito estimulante da fertilização sobre as comunidades microbianas”. Essa afirmação vai de encontro com o observado nos tratamentos T3 e T4 na lâmina de 50% ETc, onde foram aplicados a combinação de nanopartícula de zinco e o sulfato de zinco com o bioinoculante, esses fertilizantes podem ter influenciado de modo adverso as bactérias promotoras de crescimento de plantas inoculadas no solo.

O oposto foi observado na lâmina de 100% da ETc, onde os tratamentos com a combinação de bioinoculante e sulfato de zinco(T4), e o tratamento com bioinoculante e nanopartícula de zinco(T3), obteve um resultado maior em comparação ao dos mesmos tratamentos na lâmina de 50% de ETc. Segundo Roscoe et al. (2006), elevados valores de CBM indicam que os nutrientes ficam imobilizados temporariamente, o que resulta em menores perdas dos nutrientes no sistema solo-planta.

CONCLUSÕES

A combinação do sulfato de zinco com bioinoculante estimulou o aumento na comunidade microbiota da rizosfera da berinjela, quando mantidas sob irrigação com lâmina de 100% da ETc.

Na lâmina de 50% da ETc, o carbono da biomassa microbiana do controle, e dos tratamentos com a nanopartícula de Zn via foliar e o sulfato de Zn (foliar) foram estimulados.

A aplicação de bioinoculante com nanopartícula e sulfato de Zn reduzem o carbono da biomassa microbiana do solo com cultivo de berinjela aos 58 dias após o transplântio, na lâmina de 50% da ETc

REFERÊNCIAS

- AHMADIAN, K. Nano-fertilizers improved drought tolerance in wheat under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, v. 244, p. 106544, 2021.
- BALDO, M. N. Comportamento Anatômico, Fisiológico e Agrônômico do Milho (*Zea mays* L.) Submetido a Estresses de Ambiente em Diferentes Estádios Fenológicos. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ. Piracicaba, SP. 92 p. 2007.
- BROOKES, P.C.; POWLSON, D.S.; JENKINSON, D.S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. *Soil Biol. Biochem.*, 14:319-329, 1982
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, v. 23, n. 4, p. 991- 996, 1999.
- ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biology and Fertility of Soils*, v 27:408-416, 1998.
- JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A. & LADD, N., (Eds.). *Soil Biol. Biochem.*, 5:415-471, 1981.
- JESEN, M.E. Water consumption by agriculture plants. In: KOZLOWSKI, T.T. et al. vol.1. *Water deficit rowth*. New York, Academic Press, 1968. p.1-19.
- LUO, Y., WANG, F., HUANG, Y., ZHOU, M., GAO, J., YAN, T., SHENG, H., AN,L., *Sphingomonas* sp. Cra20 increases plant growth rate and alters rhizosphere microbial community structure of *Arabidopsis thaliana* under drought stress. *Frontiers in Microbiololgy*, v. 10, 1221, 2019.
- ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; MENDES, I.D.C.; REIS JÚNIOR, F.B.; SANTOS, J.C.F. E HUNGRIA, M. – Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: Roscoe, R.; Mercante, F.M. e Salton, J.C. (Eds.) – *Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares*. Dourados, Embrapa, p. 163-198. 2006.
- TEJADA, M.; BENITEZ, C.; GONZALEZ, J. L. Nitrogen mineralization in soil with conventional and organomineral fertilization practices. *Communications in soil science and plant analysis*, [s. l.], v. 33, n. 1920, p. 3679 3702, 2002.