

CRESCIMENTO DO GERGELIM IRRIGADO COM ÁGUA SALOBRA SOB ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL EM SOLO COM TRICHODERMA SPP.

Juliano Gomes¹
Leonardo Vieira De Sousa²
Bubacar Baldé³
Maria Jardeane Lopes Pereira⁴
Geocleber Gomes De Sousa⁵

RESUMO

Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito do estresse salino no crescimento inicial do gergelim com adubação orgânica e mineral em solo com e sem o uso de *Trichoderma*. O experimento foi realizado em condições de campo em um Argissolo vermelho-amarelo, na área experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção-CE. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2 x 2, com quatro repetições. Os fatores estudados foram: AM = adubação mineral com base em NPK, AO = adubação orgânica com base em biofertilizante de aves, AOM = organomineral e CONT= Controle, versus duas condutividades elétricas da água de irrigação (CEa): 0,8 e 3,0 dS m⁻¹ em solo com e sem *Trichoderma* spp. As variáveis analisadas foram: altura da planta (AP); diâmetro de caule (DC); número de folhas (NF); comprimento da raiz (CR) e área foliar (AF). O estresse salino reduziu a altura e a área foliar das plantas. *Trichoderma* spp. aplicados via solo favoreceu maior desempenho em número de folhas, diâmetro do caule e a área foliar.

Palavras-chave: *Sesamum indicum* L., estresse salino, nutrição mineral, insumo orgânico.

Palavras-chave: *Sesamum indicum* L; estresse salino; nutrição mineral; insumo orgânico.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Discente, julianog@aluno.unilab.edu.br¹

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Docente, leoigt@hotmail.com²

Universidade de São Paulo-USP, Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA/USP, Discente, bbalde@usp.br³

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Discente, jardeanelopes290@gmail.com⁴

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Docente, sousagg@unilab.edu.br⁵

INTRODUÇÃO

O *Sesamum indicum* L. conhecido por gergelim, é uma das mais antigas plantas oleaginosas da família Pedaliácea usada pela humanidade, tendo como o centro de origem o continente africano, na Etiópia, pela maior presença de espécies silvestres do gênero *Sesamum*, entretanto, a maior riqueza de formas e variedades das espécies cultivadas é encontrada na Ásia (Ariel et al., 2007).

A baixa produção e produtividade de gergelim causada, além da falta do melhoramento genético da cultura, pelos fatores edafoclimáticos principalmente na região semiárida que são afetadas pela má distribuição de chuva e alta evapotranspiração, insito da região, a prática de irrigação acaba impactando-a nestas regiões pela concentração dos sais solúveis na água, comprometendo o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas (Sousa et al., 2020; Bernardo et al. 2019).

Apesar das pesquisas já evidenciarem resultados positivos de diferentes tipos de adubações na cultura do gergelim, o fator limitante para a obtenção de altos rendimentos do gergelim é a disponibilidade, principalmente, de nitrogênio e fósforo (Estrela et al., 2013), resultando em procura de novas alternativas viáveis e sustentáveis para disponibilização dos nutrientes de forma rápida para as plantas. Neste quesito, o uso de *Trichoderma* spp. pode atuar tanto na solubilização e disponibilização dos nutrientes como na indução do crescimento das plantas e na diminuição do uso de adubos químicos (Bettiol et al., 2019).

Neste sentido, objetivou-se neste estudo avaliar o efeito do estresse salino no crescimento inicial do gergelim com adubação orgânica e mineral em solo com e sem o uso de *Trichoderma*.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em condições de campo em área experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), no Campus da Liberdade, Redenção, Ceará, situado a uma latitude de 04°13'33"S, longitude de 38°43'50"W, com altitude média de 88 m. Segundo dados de KOPPEN, (1923) o clima da região é do tipo Aw', caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, típico das regiões semiáridas, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono.

O solo da área foi classificado como Argissolo vermelho-amarelo, de textura arenosa, segundo Santos et al. (2018). Antes do experimento, o solo foi preparado com uma enxada rotativa e coletou-se uma amostra composta para análise das características químicas (Tabela 1), conforme Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características químicas do solo antes da aplicação dos tratamentos.

M.O1	N	pH ₂	P*	Ca	Mg	K	H+Al	Al	SB ₃	CTC	V ₄
-----g kg ⁻¹ -----	(H ₂ O)	mg	kg ⁻¹	-----cmolc	dm ⁻³ -----	-----%					
4,76	0,28	6,5	1	1,9	1,9	0,16	1,65	0,05	3,96	5,61	70,6

¹Matéria orgânica; ²Extrator Mehlich¹; ³potencial hidrogeniônico; ⁴Saturação por bases;

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 × 2 × 2, com quatro repetições. Correspondendo a quatro formas de adubação, AM = adubação mineral, AO = adubação orgânica, AOM = adubação organomineral e CONT= Controle; duas condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,8 e 3,0 dSm⁻¹); e solo com e sem *Trichoderma* spp.

A adubação mineral foi realizada de acordo com a análise do solo (Tabela 1) e nas exigências nutricionais da cultura, conforme a recomendação de Beltrão et al. (2001), correspondente a: 125 kg ha⁻¹ de N, 35 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação orgânica foi através do biofertilizante de aves, composto de esterco de aves fresco e água na proporção de 1:1, armazenado em bombonas plásticas mantidas em fermentação

aeróbica por 30 dias. Adubação organomineral foi composta por 50% na forma mineral e 50% de biofertilizante de aves, ao passo que controle foi mantido totalmente sem adubação.

A partir da água de abastecimento (0,8 dS m⁻¹), a água salobra foi preparada com cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O), e cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O), sendo determinadas suas quantidades utilizadas de forma a se obter a CEa desejada na proporção 7:2:1, obedecendo a relação entre a concentração da água e a sua condutividade elétrica (mmolc L⁻¹ = CE × 10) (Rhoades, Kandiah e Mashali, 2000) e armazenada em caixas d'água de 500 L.

Logo após o preparo, foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento. A vazão do emissor foi de 4,0 L h⁻¹, com espaçamento de 0,2 m entre gotejadores.

As lâminas de irrigação foram definidas com base nos valores de evapotranspiração (ET_o) estimadas através do método do Tanque Classe A e dos coeficientes da cultura (K_c) recomendados para os diferentes estádios fenológicos das culturas (MIRANDA; OLIVEIRA; SOUZA, 2004). O produto comercial utilizado foi o Trichodermil (*Trichoderma harzianum* Rifai, Cepa ESALQ-1306) com formulado suspensão concentrada na dosagem de 4,5 L aplicado via solo durante a adubação, de acordo com os tratamentos.

Aos 45 dias após a semeadura (DAS), foram analisadas as seguintes variáveis: altura da planta (AP, cm): medida da base ao ápice do meristema apical com uma régua; diâmetro de caule (DC, mm), com auxílio de paquímetro digital a dois centímetros do solo, número de folhas (NF) através da contagem direta de folhas totalmente expandidas e a área foliar (AF, cm²) estimada através da relação entre dimensões de largura (L) e comprimento (C) da folha utilizando-se de um fator de correção (f) de 0,7.

Após coletados, os dados foram submetidos à análise variância (ANOVA), pelo teste F e, quando significativos, foi aplicado o Teste de Tukey a 1 e 5% de significância por meio do programa computacional ASSISTAT 7.7 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da concentração dos sais afetou negativamente o número das folhas e área foliar das plantas de gergelim (Figura 1A, 1B), tendo maiores impactos na condutividade maior (3,0 dSm⁻¹). O aumento da condutividade elétrica provoca aumento da concentração de solutos, baixa o potencial osmótico do solo, desencadeando distúrbios morfológicos e metabólitos no vegetal em tentativa de sobrevivência como o aumento da produção de etileno e ácido abscísico, reduzindo a área foliar e o número das folhas, para atenuar a perda de água para atmosfera, gastos de energia pela transpiração e fotossíntese e a assegurar o potencial hídrico celular suficiente. Entretanto, gera consequência negativa na condutância estomática e fotossíntese líquida (OTLEWSKA et al., 2020; LIMA et al., 2021; SANTOYO et al.; 2024).

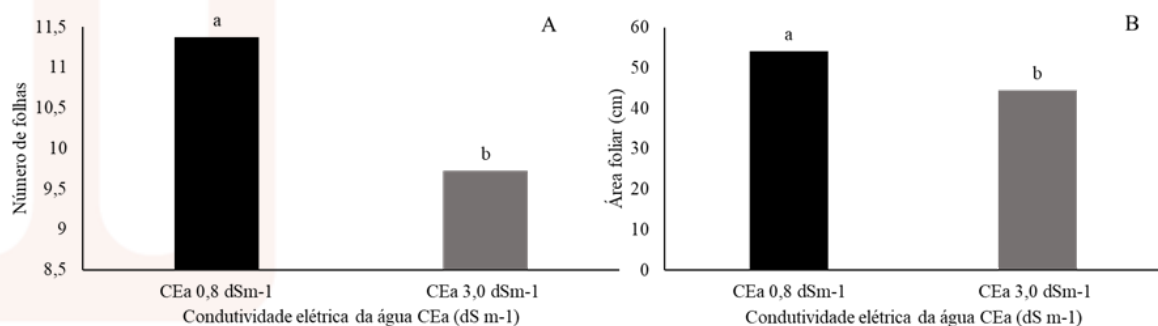


Figura 1 - Número de folhas (A) e área foliar (B) das plantas de gergelim em função das condutividades elétricas (0,8 e 3,0 dSm⁻¹). Letras minúsculas comparam as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); barras verticais representam erro padrão ($n = 4$).

O efeito significativo da interação entre CEa (0,8 e 3,0 dSm⁻¹) e o uso de *Trichoderma* spp. na altura de plantas (Figura 2), demonstraram maiores alturas nos tratamentos com *Trichoderma* spp. em relação aos sem, dentro da CEa de 0,8 dSm⁻¹. Ao passo que não houve diferença estatística na CEa de 3,0 dSm⁻¹ com aplicação ou não do fungo. Entre os tratamentos com *Trichoderma* spp., as médias de altura foram maiores a 0,8 dSm⁻¹, enquanto entre os tratamentos sem este fungo, não se observaram diferenças significativas entre as duas condutividades.

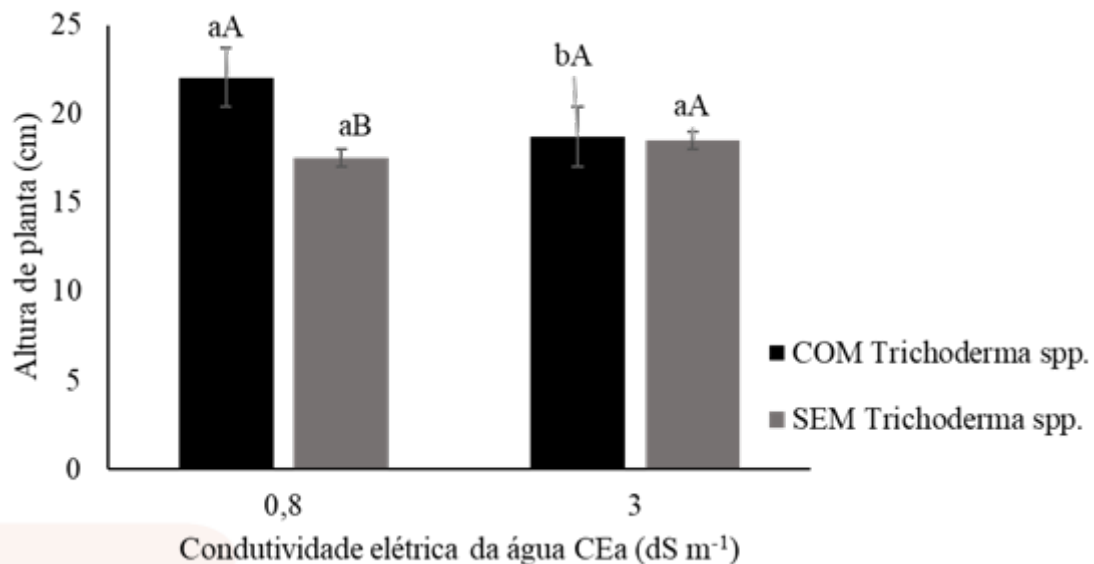


Figura 2 - Altura de plantas de gergelim em função das CEa (0,8 e 3,0 dSm⁻¹) em solo COM e SEM *Trichoderma* spp. significativos a nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas comparando a mesma forma de aplicação de *Trichoderma* spp. entre CEa; e seguidas pelas mesmas letras maiúsculas comparando a mesma condutividade elétrica entre formas de aplicação de *Trichoderma* spp. não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); barras verticais representam erro padrão ($n = 4$).

A presença de *Trichoderma* spp. na CEa de 0,8 dSm⁻¹ (Figura 2) proporcionou maiores resultados na altura de plantas de gergelim em relação às plantas não inoculadas, e atenuou os efeitos dos sais na CEa de 3,0 dSm⁻¹ (apesar de um leve decréscimo em relação a CEa de 0,8 dSm⁻¹) pela produção de, além dos fitormônios já referenciados, produção da enzima 1-aminociclopropano-1-carboxilato deaminase (ACC). Os efeitos negativos dos sais impactam a altura das plantas, entretanto, a associação com microrganismos como *Trichoderma* spp., atenua estes efeitos pela ação de ACC produzida, que atua no controle dos níveis de etileno produzido pelo estresse (Wang et al., 2022; Santoyo et al., 2024).

A presença de *Trichoderma* spp. incrementou mais o diâmetro caulinar das plantas de gergelim em relação à ausência deste fungo (Figura 2). O aumento deve ter sido pela sua influencia na solubilização e fixação de nutrientes principalmente de N₂ pela associação micorrízica e produção de fitormônios como ácido indol acético (AIA), giberelina e auxina que induzem alongação celular nas plantas (Jacques et al., 2021; Lima et al., 2022).

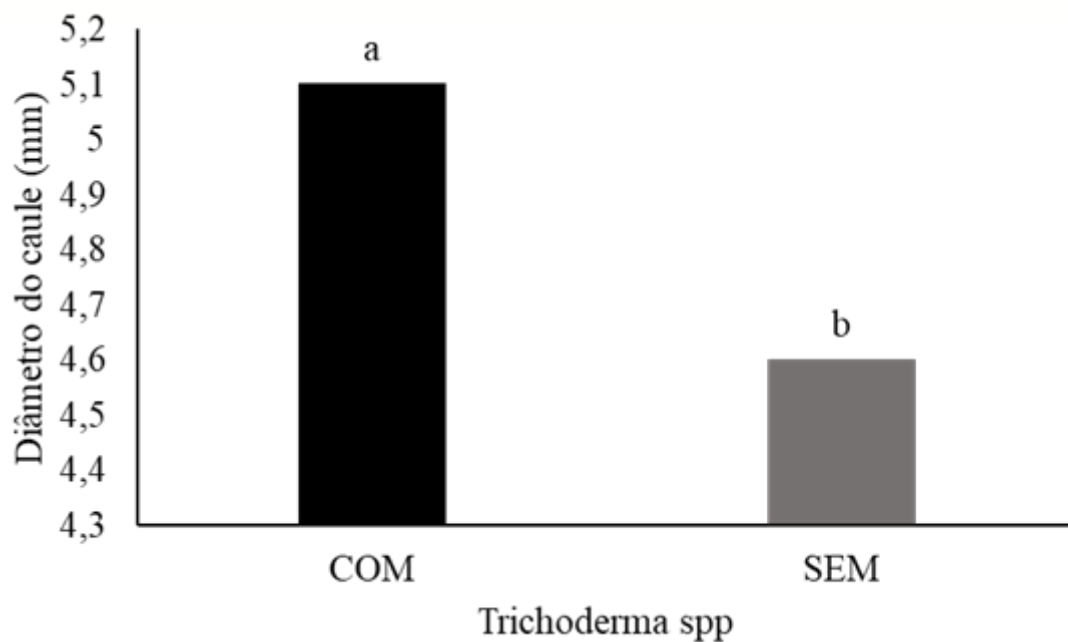


Figura 3 - Diâmetro do caule de gergelim em solo COM e SEM *Trichoderma* spp. Letras minúsculas comparam as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); barras verticais representam erro padrão ($n = 4$).

CONCLUSÕES

O estresse salino reduziu a altura de plantas e a área foliar.

O uso do *Trichoderma* spp. aplicados via solo favorece maior desempenho de folhas, diâmetro do caule e a área foliar.

A adubação mineral associada ao uso de água de menor salinidade foi mais eficiente para altura de plantas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) pelo financiamento da pesquisa intitulada "Desempenho agrônômico da cultura do gergelim irrigada com água salobra sob adubação orgânica e mineral em solo com *trichoderma*" e executada entre 01/10/2023 à 30/09/2024 através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) e Tecnológica (Pibiti), da Unilab. Também estendo meus agradecimentos à UNILAB, ao grupo de pesquisa em Fertilizantes e Salinidade, aos membros deste grupo e ao nosso orientador Geocleber Gomes de Sousa.

REFERÊNCIAS

ARRIEL, Nair Helena Castro et al. A cultura do gergelim. Brasília: EMBRAPA, 2007.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G.; PEREIRA, J. R. Preparo do solo, adubação e calagem. In: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348 p

BERNARDO, Salassier; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. Manual de Irrigação. Editora: Editora UFV, 9ª edição, 2019. p. 1-4.



BETTIOL, Wagner; et al. *Trichoderma: uso na agricultura*. 1ª Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 01-43.

ESTRELA, Francisco Abrantes et al. Adubação e nutrição mineral. In: BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macedo, et al. *O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro*. Natal : IFRN, 2013. p.137-154.

JACQUES, Arthur Pinazo et al. Isolados nativos de *Trichoderma* spp. Como promotor de crescimento na fase inicial da cultura da soja. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.11, p. 108150-108166 nov. 2021.

KÖPPEN, W. P. *Die Klimate der Erde: Grundriss der Klimakunde*. 1ed. Berlin: Walter de Gruyter & So., 1923, 369p.

LIMA, Cinthya Katianne Melo et al. Biomassa do amendoimzeiro (*Arachis hypogaea* L.) produzido com águas salinas e biofertilizante bovino. *Scientia Naturalis*, s, Rio Branco, v. 3, n. 5, p. 2083-2102, 2021.

MIRANDA, F. R.; OLIVEIRA, J. J. G.; SOUZA, F. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento. *Revista Ciência Agronômica*, v. 35, n. 1, p. 36-43, 2004.

OTLEWSKA, Anna et al. When Salt Meddles Between Plant, Soil, and Microorganisms. *Frontiers in Plant Science*, 2020.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. *Uso de águas salinas para produção agrícola*. 1.ed. Campo Grande, PB: UFPB, 2000. 117 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 48).

SANTOS, H. G. et al. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2018.

SANTOYO, Gustavo, et al. *Trichoderma and Bacillus multifunctional allies for plant growth and health in saline soils: recent advances and future challenges*. *Frontiers in microbiology*, 2024.

SOUSA, Geocleber Gomes de et al. Crescimento inicial de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul) irrigada com águas salinas em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v.14, nº.4, p. 4190 - 4199, 2020.

TEIXEIRA, P. C et al. *Manual de métodos de análise de solo*. 3.ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa, 2017. 573p.

WANG, Xiaomin et al. Identification of endophytic fungi with ACC deaminase-producing isolated from halophyte *Kosteletzkya Virginica*. *PLANT SIGNALING & BEHAVIOR*, Vol. 17, 2022.