

## CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO INOCULADO COM *TRICHODERMA* SUBMETIDO À SALINIDADE E ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Jorge Gaspar Mendes<sup>1</sup>

**Resumo:** A salinidade da água de irrigação afeta negativamente o crescimento inicial das culturas agrícolas. No entanto, o uso da adubação orgânica associada ao uso de microrganismos eficientes pode atenuar o estresse salino. Neste sentido, objetivou-se avaliar o crescimento inicial da cultura do milho inoculado com *Trichoderma harzianum* submetido à salinidade e doses de adubação orgânica. O experimento foi realizado nos meses de agosto a novembro de 2022, na Fazenda Experimental Piroás, Redenção, Ceará. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso (DBC), com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas utilizadas foram duas condutividades elétricas da água de irrigação (CEa): (A1 – 0,3 dSm<sup>-1</sup> e A2 – 3,0 dSm<sup>-1</sup>), as subparcelas corresponderam a três doses de esterco bovino curtido, D0=0, D1=10 e D2=20 t ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 0, 50 e 100% da dose recomendada). Já as sub-subparcelas foram constituídas pela presença e ausência do *Trichoderma harzianum*. Aos 45 dias após semeadura (DAS), as plantas foram avaliadas quanto à altura, área foliar, número de folhas, diâmetro do colmo, massa seca do colmo, massa seca da parte aérea, total, CEes e pH do solo. O estresse salino afetou negativamente a altura de planta e área foliar sem microrganismo. A dose 50% da adubação orgânica associada ao uso de água de menor salinidade proporcionaram maiores massa seca da parte aérea, do colmo e total. A presença do microrganismo mais a dose de 50% da adubação orgânica foram mais eficientes para o número de folhas, área foliar, diâmetro do colmo e a massa seca do colmo. O aumento da salinidade da água de irrigação promoveu aumento na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo. A presença do microrganismo eleva o pH do solo em relação a ausência.

**Palavras-Chaves:** *Zea mays* L., microrganismos, fertilizante orgânico, estresse salino.

<sup>1</sup>Graduando em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR), Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Avenida da Abolição, 3, centro, 62.790-000, Redenção/CE, Brasil).  
E-mail: jorgemendes@aluno.unilab.edu.br

## INITIAL GROWTH OF CORN INOCULATED WITH TRICHODERMA SUBJECTED TO SALINITY AND ORGANIC FERTILIZER DOSES

**Abstract:** The salinity of irrigation water negatively affects the initial growth of agricultural crops. However, the use of organic fertilization associated with the use of efficient microorganisms can attenuate saline stress. In this sense, the objective was to evaluate the initial growth of the culture of corn inoculated with *Trichoderma harzianum* submitted to salinity and doses of organic fertilization. The experiment was carried out from August to November 2022, at Fazenda Experimental Piroás, Redenção, Ceará. The experimental design was randomized blocks (DBC), with sub-subdivided plots, with four replications. The plots used were two electrical conductivities of irrigation water (ECa): (A1 – 0.3 dSm<sup>-1</sup> and A2 – 3.0 dSm<sup>-1</sup>), the subplots corresponded to three doses of tanned cattle manure, D0=0, D1=10 and D2=20 t ha<sup>-1</sup>, corresponding to 0, 50 and 100% of the recommended dose). The sub-subplots were constituted by the presence and absence of *Trichoderma harzianum*. At 45 days after sowing (DAS), the plants were evaluated for height, leaf area, number of leaves, stem diameter, stem dry mass, shoot, total dry mass, soil EC and pH. Salt stress negatively affected plant height and leaf area without microorganism. The 50% dose of organic fertilization associated with the use of water with lower salinity provided higher dry mass of shoots, stems and total. The presence of the microorganism plus the dose of 50% of organic fertilization were more efficient for the number of leaves, leaf area, stem diameter and stem dry mass. The increase in irrigation water salinity promoted an increase in the electrical conductivity of the soil saturation extract. The presence of the microorganism raises the pH of the soil in relation to its absence.

**Keywords:** *Zea mays* L., microorganisms, organic fertilizer. Salt stress.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*L.) é um dos três cereais mais cultivados do mundo, do qual o Brasil é o terceiro produtor e segundo exportador mundial, com produção estimada de 125,5 milhões de toneladas para 2022/23 (CONAB, 2023; COELHO, 2022; NASCIMENTO, 2019). Economicamente o milho é um cereal que apresenta diversas formas de utilização, possuindo teor equilibrado em proteínas e sendo utilizado para consumo humano e animal, bem como fonte de energia (GALVÃO; BORÉM; PIMENTEL, 2017).

O milho é uma espécie moderadamente sensível à salinidade, com salinidade limiar da água de 1,1 dS m<sup>-1</sup> e do solo de 1,7 dS m<sup>-1</sup>. (Sousa et al. 2016). A irrigação na região semiárida é uma única maneira de garantir a segurança alimentar. No entanto, a qualidade da água nem sempre atende a salinidade limiar da maioria das culturas agrícolas. Ou seja, o excesso de sais da água de irrigação provoca a salinização em áreas irrigadas no semiárido do Nordeste brasileiro, ocasionado alterações nas características físico-hídricas dos solos, devido à ação dispersiva dos sais sobre as partículas de solo, tornando-os compactados (SILVA; NASCIMENTO, 2019).

Uma das estratégias utilizadas para atenuar o estresse salino é o uso de fonte orgânica via solo, que além de fonte de nutrientes para as plantas é capaz de suprir adequadamente as necessidades da cultura e contribuir para a melhoria das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo (GALVÃO et al, 2019). Freire et al. (2022) ao utilizar a combinação entre esterco bovino curtido e biofertilizante líquido de caprino, constataram efeito positivo quanto aos efeitos dos sais da água de irrigação no desempenho agrônômico da cultura do milho.

Nos últimos dez anos, o mercado agrícola brasileiro intensificou o interesse, o uso e as pesquisas quanto aos benefícios da utilização dos agentes biológicos para o manejo integrado de solos e culturas (STEFFEN et al, 2021). Alguns autores apontam o fungo

*Trichoderma* sp. como um dos agentes capazes de solucionar problemas de estresse salino em solos e plantas.

Fungos do gênero *Trichoderma* exercem efeitos benéficos em muitas culturas em termos de melhoria e produtividade do solo, auxiliando na absorção de nutrientes para a planta e estimulando a defesa da planta contra estresse abiótico, como salinidade e seca (GOULART et al, 2019). De acordo com Diniz et al. (2022) o uso do *Trichoderma longibrachiatum* associada a água salobra com 2,1 dS m<sup>-1</sup> promoveu maior acúmulo de pigmentos fotossintetizantes na cultivar Fair Fax de melancia.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o crescimento e a biomassa inicial da cultura do milho inoculado com *Trichoderma harzianum* submetido à salinidade e doses de adubação orgânica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no período de meses de agosto a novembro de 2022, na Fazenda Experimental Piroás (FEP) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no distrito de Barra Nova, Redenção, Ceará. O clima da região é do tipo Aw', caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (Köppen, 1923). Os dados climáticos referentes a pluviosidade, temperatura e umidade foram coletados durante o período do experimento (figura 1).

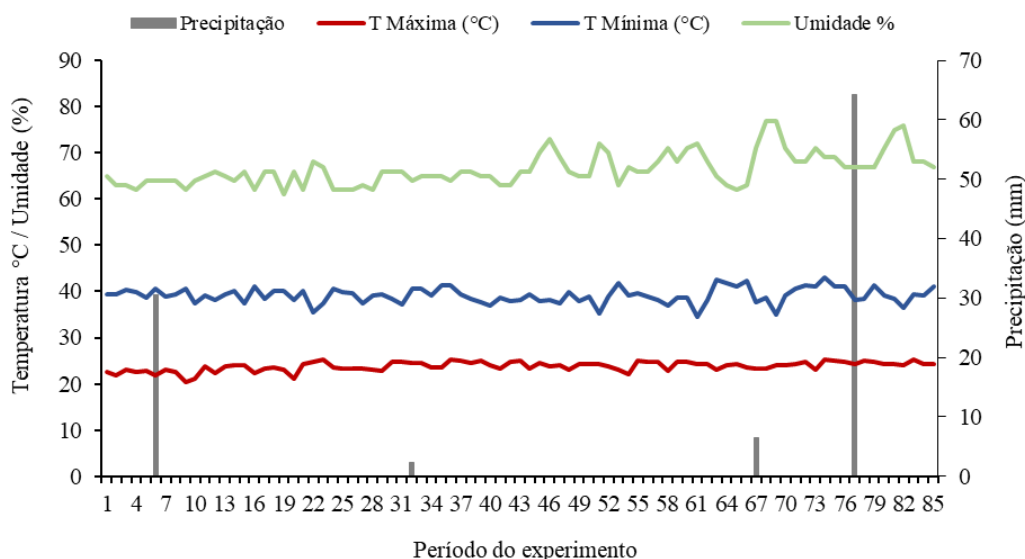


Figura 1. Valores médios de umidade relativa, temperatura máxima (Max) e mínima (Min) e precipitação obtida durante o ciclo experimental.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo de textura franco-arenosa (SANTOS *et al.*, 2018). Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras na profundidade de 0 - 20 cm e enviadas para laboratório para determinação das características físico-químicas, conforme a metodologia descrita por Teixeira *et al.* (2017).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental

MO	N	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + AL <sup>3+</sup>	SB	PST	CEes	pH (H <sub>2</sub> O)
g kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					%	dS m <sup>-1</sup>		
11,59	0,71	20	0,17	3,20	2,60	0,07	2,15	6,04	1,0	0,76	5,6

MO: Matéria orgânica; SB: Soma de bases; PST: Porcentagem de sódio trocável; CEes: Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso (DBC), com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas utilizadas constituem duas condutividades elétricas da água de irrigação (CEa): (A1 – 0,3 dS m<sup>-1</sup> e A2 – 3,0 dS m<sup>-1</sup>). As subparcelas corresponderam a três doses de esterco bovino curtido, D0= 0, D1= 10 e D2= 20 t ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 0, 50 e 100% da dose recomendada. Já as subsubparcelas foram constituídas pela presença e ausência do *Trichoderma harzianum*.

O experimento foi desenvolvido em condições de campo, a cultura utilizada foi o milho (*Zea mays* L.), cultivar BRS Caatingueiro, a semeadura foi realizada manualmente em covas, com quatro sementes por covas, no espaçamento de  $0,8 \times 0,2$  m entre linhas de plantio e entre plantas.

Realizou-se o desbaste aos dez dias após a semeadura (DAS), com o estande de plantas já estabelecido. Realizou-se capinas de forma manual, com auxílio de enxadas, no manejo contra plantas daninhas para evitar a competitividade por água e nutrientes entre as plantas. Já o manejo contra pragas, foi realizado com a aplicação de óleo de neen e inseticida biológico a base de *Bacillus thuringiensis* da Dimy Pel.

O método de irrigação utilizado no experimento foi o localizado, pelo sistema de gotejamento, com emissores de vazão correspondente a  $8 \text{ L h}^{-1}$ . O manejo da irrigação foi estimado pela evapotranspiração de referência, usando dados de um tanque evaporimétrico Classe A localizado próximo a área experimental Quanto ao coeficiente de cultura ( $K_c$ ) foi adotado apenas o de 0,86 (até 42 dias após a semeadura - DAS) (SOUZA et al, 2015). Uma fração de lixiviação de 15% foi adicionada à lâmina de irrigação aplicada (AYERS E WESTCOT 1985). O turno de rega foi de dois dias. O tempo de irrigação foi obtido usando a Equação 1:

$$T_i = \frac{ETP_c \times E_p}{E_a \times q} \times 60 \quad (1)$$

onde:

$T_i$  - Tempo de irrigação (min);

$ETP_c$  - Evapotranspiração da cultura no período (mm);

$E_p$  - Espaçamento entre gotejadores;

$E_a$  - Eficiência de aplicação (0,92);

$q$  - Vazão ( $\text{L h}^{-1}$ ).

As águas de irrigação utilizadas foram armazenadas em caixas d'água de 500 litros (L). A água de menor salinidade é de abastecimento e a de maior salinidade foi preparada através da adição dos sais: cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) e cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O) e misturando até atingirem a proporção molar de cargas de 7:2:1 (Medeiros, 1992). As condutividades eram monitoradas constantemente, com o auxílio de um condutivímetro.

O material utilizado para adubação orgânica foi esterco bovino curtido, colocados em covas laterais próximas às linhas de plantio, em dois períodos (fundação e cobertura). Dividiu-se as em 0, 50 e 100%, seguindo a recomendação de adubação para a cultura do milho, calculadas conforme a análise do material (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas do esterco bovino curtido utilizado nos tratamentos

Esterco bovino curtido							
N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn
-----g/kg-----							
19,60	4,95	0,67	1,38	3,85	0,55	0,04	0,10

O microrganismo utilizado no experimento foi o *Trichoderma harzianum* (CEPA ESALQ 1306), produto comercial (Trichodermil). A aplicação do produto foi via solo, sendo realizadas três vezes antes de concluir o período de crescimento, conforme a indicação do fabricante (2 kg ha<sup>-1</sup>). A primeira aplicação ocorreu no dia do plantio, as demais ocorreram a cada 15 dias.

Aos 45 DAS, as plantas foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas por planta totalmente abertas (NF) – por contagem direta das folhas; altura de planta (AP) – utilizando trena métrica graduada em centímetros; diâmetro do colmo (DC) - com auxílio de um paquímetro digital e área foliar (AF, cm<sup>2</sup>) - usando um integrador de área (Area meter, LI-3100, Li-Cor, Inc. Lincoln, NE, EUA).

Ao final da fase de crescimento, foram coletadas 4 plantas por parcela, colocadas em sacos de papel e levadas à estufa a 65°C, até atingirem o peso constante. Após a secagem na estufa as amostras foram retiradas, separadas e pesadas com auxílio de balança analítica expressa em grama para obter os valores de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do colmo (MSC). A massa seca total (MST) foi obtida pela soma da MSPA+MSR.

Também foram avaliados o pH do solo e a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

Após obtenção dos dados, foi aplicada a análise de variância (ANOVA) e quando significativos pelo teste F, os dados foram submetidos ao teste de Tukey com nível de probabilidade de 0,05, utilizando o software Assistat 7.7 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verificou-se a partir da análise de variância (Tabela 3) que houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre a salinidade da água de irrigação e doses de adubação orgânica para as variáveis massa seca do colmo (MSC) da parte aérea (MSPA) e total (MST). Interação entre condutividade elétrica da água e microrganismo também foi verificada para a variável área foliar e entre as doses de adubação e microrganismo, para as variáveis área foliar (AF), número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC) e massa seca do colmo (MSC). Também foi constatado efeito isolado de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) para a variável altura de plantas e condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes). Efeito isolado para doses de adubação, foi verificado para altura de plantas. Efeito isolado para microrganismo foi verificado apenas para a variável pH do solo.



Tabela 3. Resumo da análise de variância pelo quadrado médio para as variáveis altura de plantas (AP), área foliar (AF), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), condutividade elétrica do solo (CEs) e pH do solo (pH) de plantas de milho submetidas a níveis de salinidade na água de irrigação, doses de adubação orgânica, na presença e ausência do *Trichoderma*.

FV	GL	Quadrado médio								
		AP	AF	NF	DC	MSC	MSPA	MST	CEs	pH
Blocos	3	155,54 <sup>ns</sup>	1191,27 <sup>ns</sup>	0,576 <sup>ns</sup>	4,77 <sup>ns</sup>	2,62 <sup>ns</sup>	4,09 <sup>ns</sup>	11,53 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
CEa	1	1175,13 <sup>**</sup>	2542,99 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	2,32 <sup>ns</sup>	36,99 <sup>**</sup>	78,25 <sup>*</sup>	210,42 <sup>*</sup>	20,48 <sup>*</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
Resíduo	3	30,51	490,07	0,47	10	0,92	3,47	6,89	0,64	0,06
Adubação (ADU)	2	2591,56 <sup>**</sup>	20374,96 <sup>**</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	9,89 <sup>ns</sup>	43,49 <sup>**</sup>	93,39 <sup>**</sup>	251,14 <sup>**</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	176,42	1187,54	0,8	4,82	1,99	6,11	11,58	0,63	0,05
Microrganismo (MIC)	1	0,13 <sup>ns</sup>	1757,63 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	4,38 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	1,61 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>**</sup>
Resíduo	18	109,22	2386,58	0,39	3,14	2,99	7,4	20,18	0,80	0,02
CEa x ADU	2	515,31 <sup>ns</sup>	4106,66 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	13,14 <sup>ns</sup>	15,07 <sup>**</sup>	65,40 <sup>**</sup>	134,63 <sup>**</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
CEa x MIC	1	1,88 <sup>ns</sup>	15366,56 <sup>*</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	5,04 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	5,20 <sup>ns</sup>	10,02 <sup>ns</sup>	3,46 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
ADU x MIC	2	342,25 <sup>ns</sup>	20932,02 <sup>**</sup>	2,22 <sup>*</sup>	31,82 <sup>**</sup>	10,82 <sup>*</sup>	8,97 <sup>ns</sup>	48,61 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
CEa x ADU x MIC	2	18,380 <sup>ns</sup>	322,72 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	4,34 <sup>ns</sup>	10,82 <sup>ns</sup>	9,80 <sup>ns</sup>	32,23 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
CV (%) - CEa		5,69	6,33	8,35	23,32	14,26	18,01	15,39	32,22	4,48
CV (%) - ADU		13,68	9,86	10,91	16,2	20,99	23,9	19,95	31,95	4,23
CV (%) - MIC		10,76	13,98	7,61	13,08	25,68	26,31	26,34	36,02	2,61

FV: Fontes de variação; GL: Graus de liberdade; \*Significativo pelo teste F a 5%; \*\* Significativo pelo teste F a 1%; ns: não significativo; CV: Coeficiente de variação.

Conforme o gráfico da figura 1 observa-se que, a altura de plantas foi afetada pela salinidade da água de irrigação, quando irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> a altura foi superior estatisticamente em relação as plantas irrigadas com a água de 3,0 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados podem estar associados a maior presença de sais na rizosfera, dificultando a absorção de água e consequentemente afetando o seu crescimento.

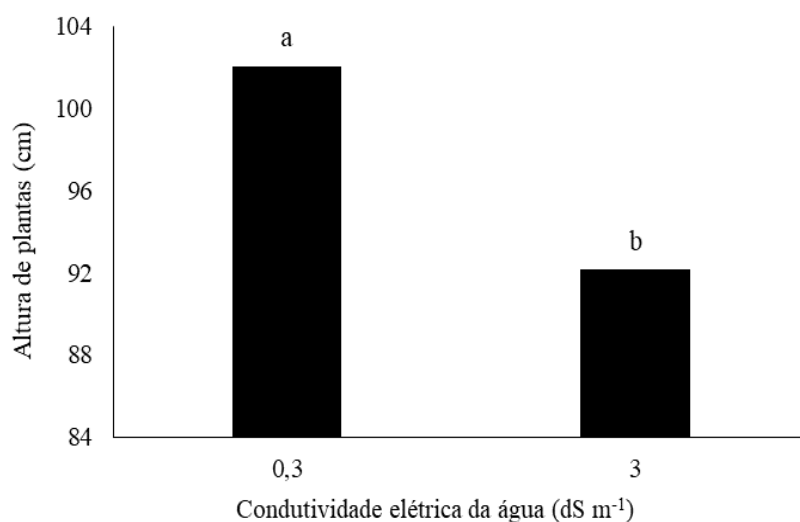


Figura 1. Altura de plantas de milho submetida à condutividade elétrica da água de irrigação (Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p 0,05)).

Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Sousa et al. (2018), ao observarem um decréscimo de 18,5% na cultura do milho irrigado com água salina afetando de forma negativa à altura da planta. Similarmente, Sousa et al. (2020), constataram redução na altura de planta de milho quando irrigadas com águas salinas cultivada em condições de vaso.

Já na figura 2, no que diz respeito a doses de adubação, verifica-se tratamentos de 50% e 100% não diferiram entre si, promovendo maior altura de plantas quando comparados à dose de 0%. Cesarano et al. (2017) destacam que a adição de insumos orgânicos ao solo promove melhorias nas características físicas e químicas, com uma funcionalidade extra, que é a promoção de uma maior diversidade de comunidades microbianas ao solo, que podem favorecer uma maior disponibilidade de nutrientes as plantas e por consequência, resultar em maior rendimento delas.

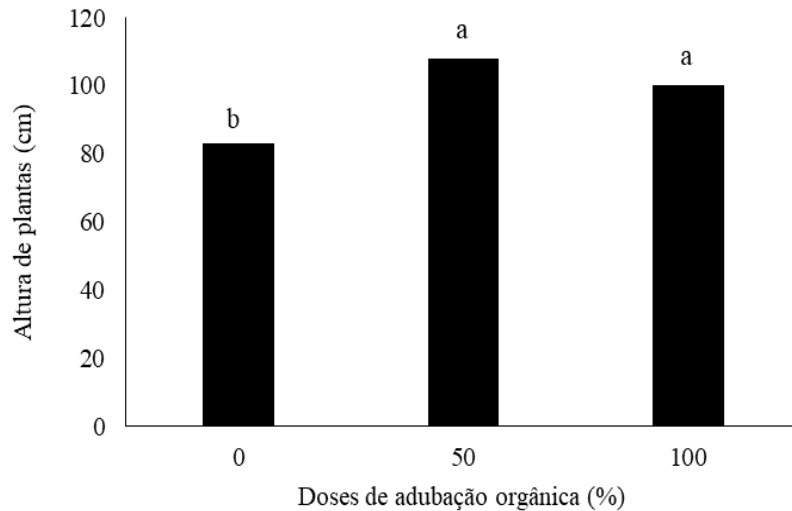


Figura 2. Altura de plantas de milho submetida a doses de adubação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima & Araújo. (2018). Esses mesmos autores avaliando diferentes doses de adubação orgânica (esterco bovino) na cultura do milho, encontraram o ponto máximo da altura na dose correspondente a 10 t/ha, que corresponde a dose de 50% do presente trabalho.

No que diz respeito à área foliar do milho submetida à condutividade elétrica da água de irrigação, com e sem microrganismo (*Trichoderma harzianum*) conforme a Figura 3, observa-se que a água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> possibilitou os melhores resultados de área foliar, ou seja, houve efeito significativo, onde a presença do microrganismo favoreceu uma maior área foliar quando irrigado com a água de menor salinidade.

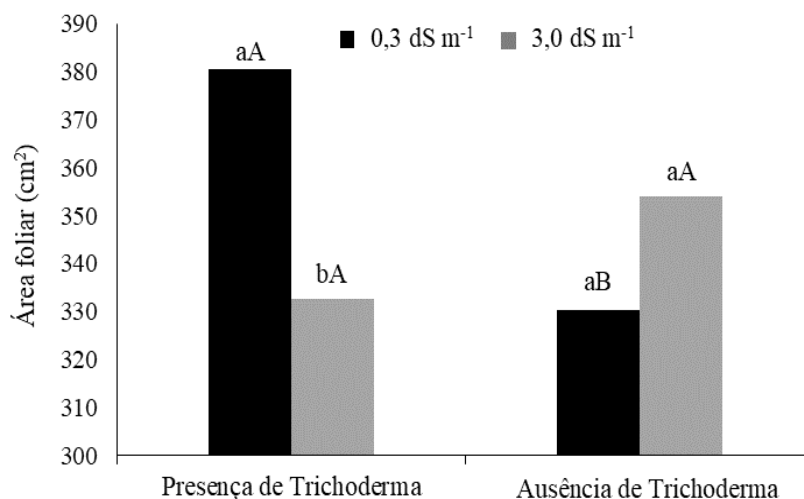


Figura 3. Área foliar do milho submetida a condutividade elétrica da água de irrigação, com e sem microrganismo (*Trichoderma harzianum*). Letras minúsculas comparam as médias dos níveis de CE na presença ou ausência do microrganismo, e letras maiúsculas comparam as médias com e sem micro dentro de cada CEa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

KUMAR et al. (2017) estudando a influência do *Trichoderma ssp*, no crescimento do milho sob diferentes condições de salinidade, observaram um aumento da área foliar em mudas de milho comparadas com outros tratamentos. Resultados semelhantes a este estudo, foram relatadas por CONUS et al. (2009), ao observarem um decréscimo para a variável AF em na cultura do milho submetidas à solução de NaCl, sofrendo maior efeito do estresse.

De acordo com a figura 4, a área foliar sofreu incremento na presença do microrganismo para a dose 0 e 50%, já na ausência do micro, as doses 50 e 100% não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores estatisticamente a dose 0. O *Trichoderma* é um fungo que possui capacidade de estimular o crescimento vegetal, por meio de interações com as raízes das plantas, o que pode favorecer uma maior área foliar (WORLU et al. 2022).

Já com relação aos resultados na ausência do *Trichoderma*, mostram que a adubação tem papel fundamental no aumento da área foliar, e como as doses 50 e 100% não diferiram entre si, é possível indicar que para as condições do presente estudo, é possível utilizar uma dose menor que a recomendada.

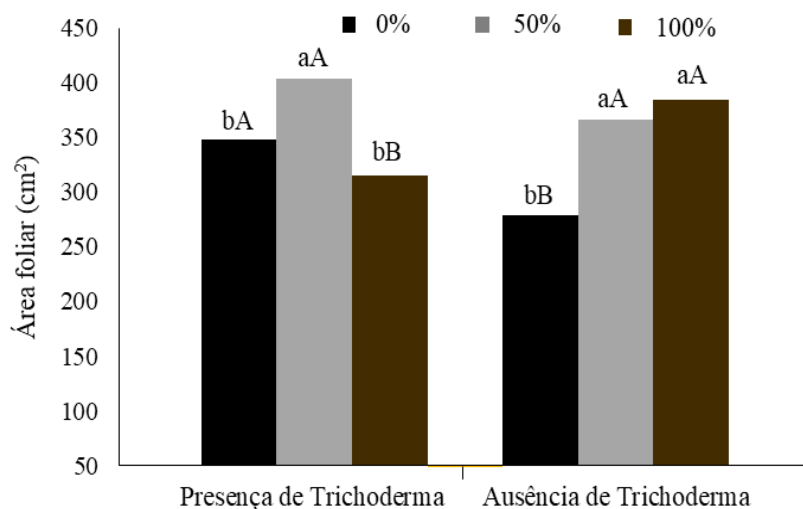


Figura 4. Área foliar do milho submetida a doses de adubação orgânica com e sem microrganismo (*Trichoderma harzianum*). Letras minúsculas comparam as médias das adubações na presença/ausência do microrganismo, e letras maiúsculas comparam as médias entre a presença/ausência do micro dentro de cada dose de adubação pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

. Resultados semelhantes foram encontrados por SOUSA et al. (2012) ao avaliar o crescimento inicial do milho, os autores observaram que as plantas adubadas com biofertilizantes obtiveram incremento na área foliar em relação as plantas controle. BRITO et al. (2014) também Obtiveram respostas significativas para variável da área foliar com o uso do esterco bovino em plantas de milho.

Como mostra a figura 5, houve interação entre doses x microrganismos, na presença do *Trichoderma* sp., a dose 50%, foi a que promoveu maior número de folhas não diferindo estatisticamente da dose 100%. O efeito positivo da adubação com 50% associado a presença do microrganismo pode estar relacionado a maior solubilidade imposta ao nitrogênio da solução do solo e conseqüentemente maior emissão de folhas. Vale lembrar que a dose de 100% pode ter contribuído para aumentar a condutividade elétrica do extrato da saturação do solo, como reportado por Freire et al. (2023) e conseqüentemente menor emissão de folhas e fotossíntese.

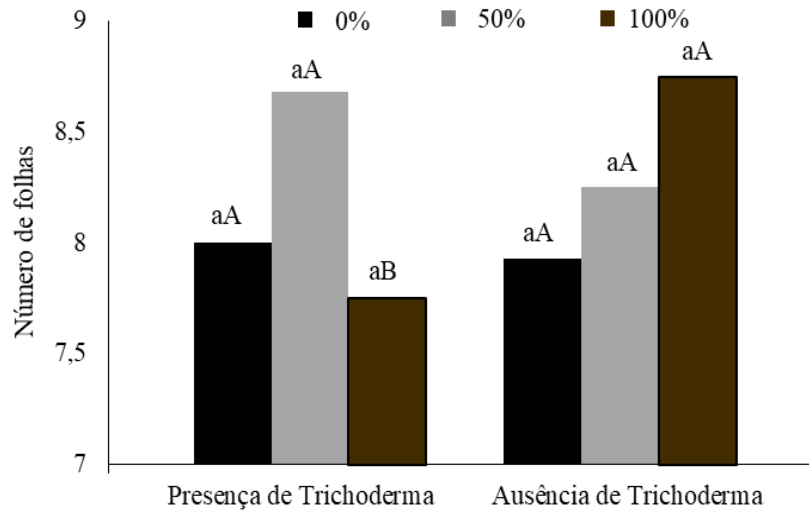


Figura 5. Número de folhas da planta de milho submetida a doses de adubação orgânica com e sem microrganismo (*Trichoderma harzianum*). Letras minúsculas comparam as médias das adubações dentro de um mesmo tratamento do microrganismo, e letras maiúsculas comparam as médias entre a presença e ausência do micro dentro de cada dose de adubação pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Resultados semelhantes foram observados por Cavallin et al, (2010) ao estudarem o efeito de diferentes isolados de *Trichoderma* sp. sobre plantas de feijão para promover crescimento, não havendo diferença significativa em número de folhas quando comparados com o tratamento testemunha.

Para a variável DC, conforme mostra a figura 6, quando na presença do microrganismo a dose de 50% foi a que promoveu maior diâmetro do colmo (15,77 mm) diferindo da dose 100% com menor diâmetro (12,50 mm). Esses dados sugerem que a presença do *Trichoderma* pode ter um efeito positivo no desenvolvimento do colmo das plantas de milho, utilizando uma dose menor. Já na ausência do microrganismo, as doses 100% (14,9 mm), e 50% diferiram estatisticamente da dose 0% (12,09). Uma dose superior de adubação pode influenciar no maior fornecimento de nutrientes, promovendo assim um maior crescimento do colmo (SOUZA et al, 2017).

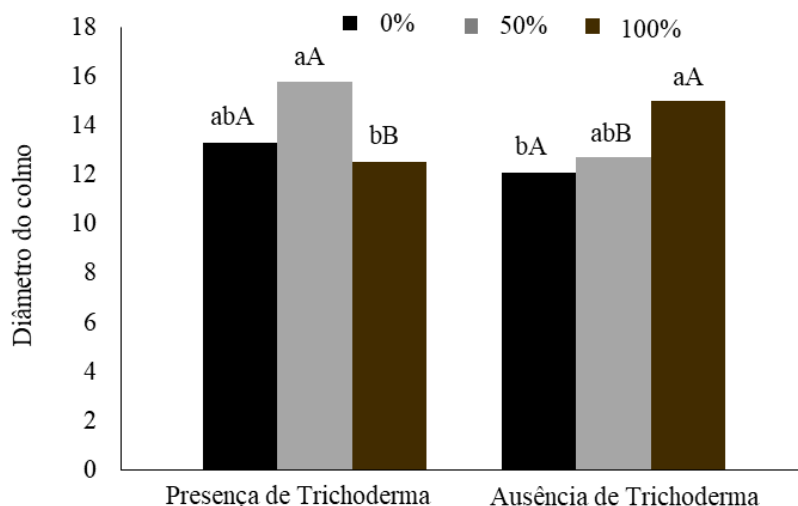


Figura 6. Diâmetro de colmo de plantas de milho submetido a doses de adubação orgânica com e sem microrganismo (*Trichoderma harzianum*). Letras minúsculas comparam as médias das adubações na presença/ausência do microrganismo e letras maiúsculas comparam as médias entre a presença e ausência do micro e dentro de cada dose de adubação pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Resultados contrários ao presente estudo foram evidenciados por Santos et al. (2023), em que não verificaram diferença entre os tratamentos nos dados relativos ao diâmetro do colmo, o que mostra que os resultados da variável não foram influenciados pela utilização de diferentes tipos de adubação e/ou bioinoculantes.

Observa-se na figura 7, que para a massa seca do colmo (MSC), houve interação entre doses de adubação orgânica e a água de irrigação, sendo a dose de 50% foi a que promoveu maior MSC no menor nível salino, diferente do que foi observado quando na presença da salinidade, que reduziu a massa seca do colmo em todas as doses avaliadas. Esses resultados podem estar associados ao efeito negativo que a salinidade ocasiona na absorção de água e nutrientes pelas plantas, o que pode proporcionar um estresse osmótico e iônico (Souza et al. 2019). E esse estresse pode prejudicar o crescimento e consequentemente o ganho de biomassa do colmo.

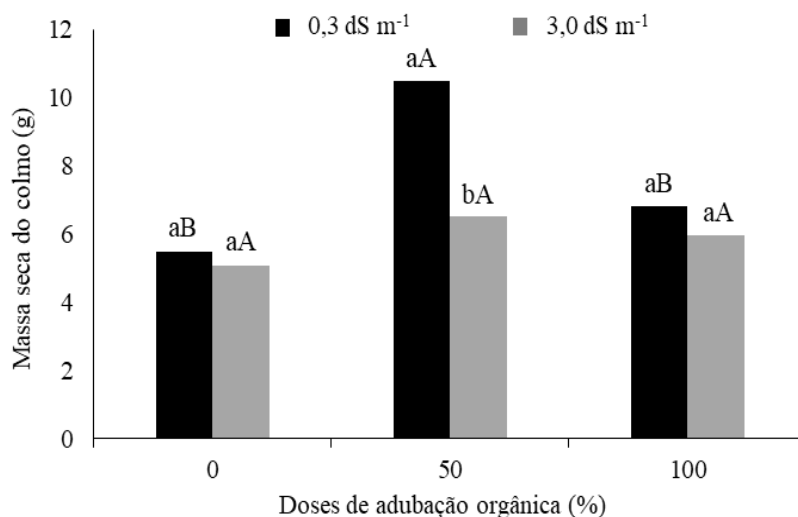


Figura 7. Massa seca do colmo de plantas de milho submetida à condutividade elétrica da água de irrigação, e doses de adubação orgânica. Letras minúsculas comparam as médias dos níveis de CEa dentro de cada dose de adubação e letras maiúsculas comparam as médias de dose de adubação dentro da mesma CEa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Sousa et al. (2016), ao avaliar o uso de água salobra na cultura do milho em condições de vaso também constataram uma redução na MSC. Por outro, Souza et al, (2014) não verificaram diferença significativa para a massa seca de caule (MSC) ao estudarem o desenvolvimento inicial de milho doce e milho pipoca sob estresse salino.

Na presença do *Trichoderma*, foi observada uma diferença significativa entre a dose de 50% de adubação orgânica e as doses de 0% e 100% em relação à massa seca do colmo (Figura 8). Já na ausência, as doses 50 e 100% adotaram médias semelhantes diferindo da dose 0%. Estes resultados podem indicar que quando o *Trichoderma* está presente, uma adubação orgânica moderada (50% de adubação) pode ter um impacto positivo. A dose mais alta de adubação orgânica (100%) pode não trazer benefícios adicionais quando o *Trichoderma* está presente.

Resultados semelhantes a este estudo, foi observado por Gomes et al, (2019), que detectaram efeito significativo na massa seca do colmo na cultura do milho pipoca. Resultados opostos aos desse estudo, foram encontrados por Oliveira et al, (2016) que



observaram uma redução significativa na massa seca do colmo de milho, irrigadas com água de salinidade  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , apenas na ausência do *Trichoderma*.

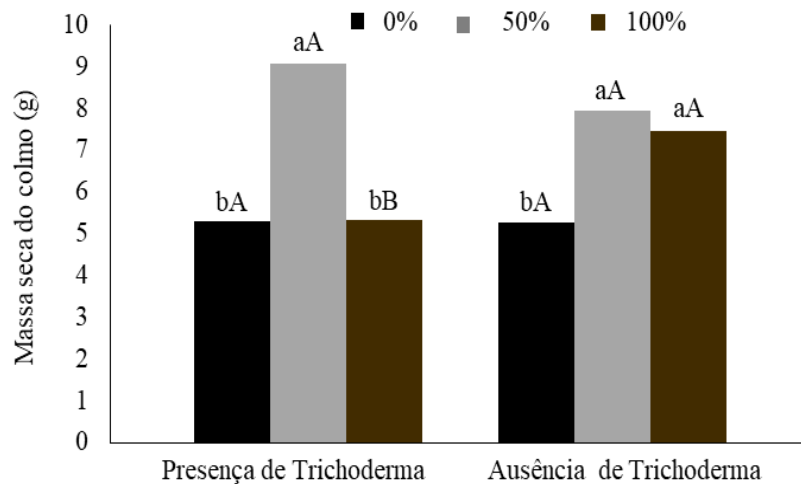


Figura 8. Massa seca do colmo de plantas de milho submetida doses de adubação orgânica com e sem microrganismo (*Trichoderma harzianum*). Letras minúsculas comparam as médias das adubações na presença/ausência do microrganismo, e letras maiúsculas comparam as médias entre a presença/ausência do micro dentro de cada dose de adubação pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

De acordo com a figura 9, observa-se que houve interação entre o nível salino e as doses de adubação, sendo a dose de 50% irrigada com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ , a que promoveu maior acúmulo de massa seca da parte aérea, e que as doses de 0 e 100% não diferiram entre si. Quando irrigadas com água de maior nível salino, as doses não obtiveram diferença estatística entre si para a variável estudada. A salinidade da água de irrigação pode ter influenciado negativamente o desempenho das plantas, anulando os efeitos das diferentes doses de adubação.

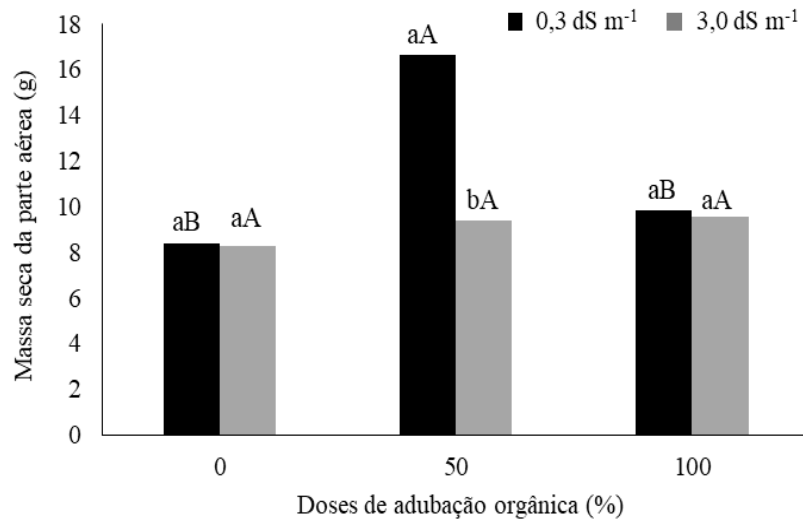


Figura 9. Massa seca da parte aérea de plantas de milho submetida a condutividade elétrica da água de irrigação e doses de adubação orgânica. Letras minúsculas comparam as médias dos níveis de CEa, dentro de cada dose de adubação e letras maiúsculas, comparam as médias de dose de adubação dentro da mesma CEa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Souza et al. (2017), também observaram resultados semelhantes ao aplicarem doses de esterco bovino na cultura do milho. Barretto et al. (2018) observaram um aumento na massa seca da parte aérea nas plantas tratadas com adubação orgânica.

De forma semelhante ao que foi observado na variável massa seca da parte aérea (figura 10), a massa seca total, apresentou efeito significativo na dose de 50% em plantas irrigadas com água de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ , não obtendo diferença estatística entre as doses 0 e 100% de adubação. Para o maior nível salino da água de irrigação ( $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), as doses de adubação orgânica, não diferiram entre si.

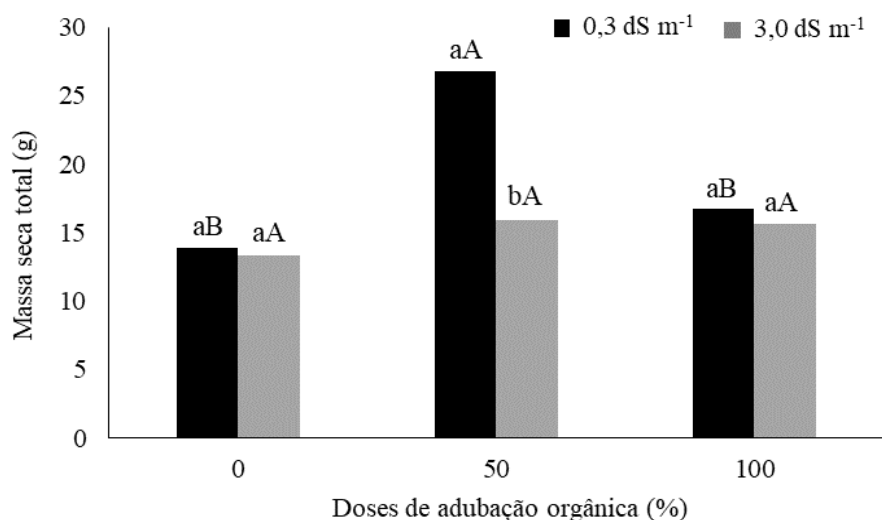


Figura 10. Massa seca total (B) de plantas de milho submetida a condutividade elétrica da água de irrigação, e doses de adubação orgânica. Letras minúsculas comparam as médias dos níveis de CEa dentro de cada dose de adubação e letras maiúsculas comparam as médias de dose de adubação dentro da mesma CEa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Sousa et al. (2012) constataram resultados semelhantes na variável MST em função das concentrações de biofertilizante bovino para a água de alta salinidade, ou seja, esses mesmos autores revelaram que a concentração de biofertilizante de 10,02% proporcionou maior MST, de 221,12 g. E para água de baixa salinidade, verificando-se que o nível de diluição de biofertilizante de 25,91% proporcionou a maior MST de 179,7 g.

Os resultados referentes a variável massa seca total obtidos neste trabalho, divergem dos resultados obtidos por Souza et al. (2014) aos quais, analisando o efeito da salinidade, para as culturas milho doce e milho pipoca, verificaram que o uso de água salina provocou redução significativa na MST para ambas as culturas, ocorrendo perdas de 35,9 e 45,9%. Segundo esses autores, o efeito negativo da salinidade pode acarretar alterações na produção de biomassa das plantas, devido a diminuição da disponibilidade hídrica no solo, ocasionando queda no potencial da água da folha, levando à perda de turgescência e ao fechamento estomático.

Segundo os dados da figura 11, o aumento do estresse salino elevou a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo. Esse resultado mostra que os teores elevados na água

de irrigação contribuem com esse resultado. O que também foi observado por Sá et al. (2023), que a irrigação com água salina elevou a salinidade da solução do solo.

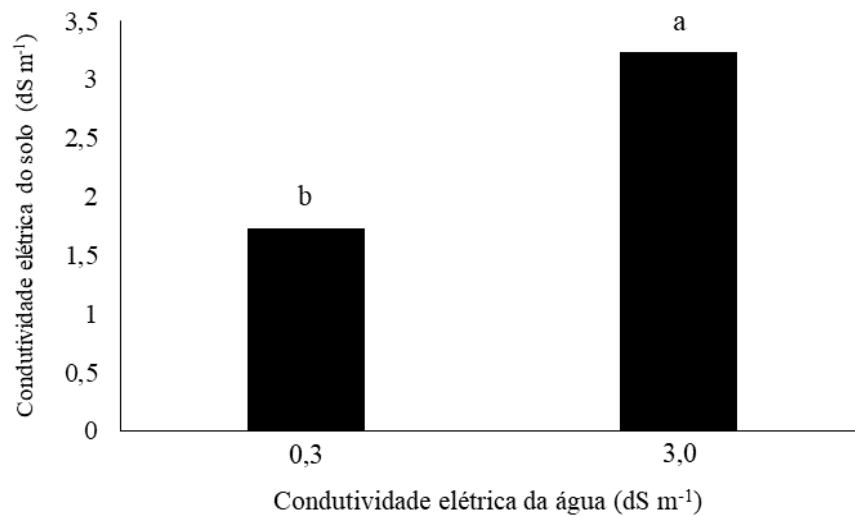


Figura 11. Condutividade elétrica do solo ao final do experimento submetido as duas condutividades elétricas da água de irrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Sousa et al. (2012) encontraram resultados semelhantes neste tipo de solo quando irrigado com água de alta salinidade. Resultados contrários aos do presente estudo, foram descritos por Rodrigues et al. (2018) ao estudar o uso de água salina na cultura do milho em condições de campo, observaram redução da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

Com base a figura 12, ao final do experimento verificou-se que o pH aumentou significativamente apenas nos solos que foi aplicado o microrganismo, o que mostra que o *Trichoderma* teve influência no valor alterado do pH do solo. Há registros na literatura descrevendo modificações na rizosfera por agentes de controle biológico, impossibilitando a colonização por patógenos, como por exemplo, o pH. Machado et al, (2012) em seu trabalho acrescenta que Linhagens de *Trichoderma* capazes de modificar o pH externo e adaptar seu metabolismo às condições externas de desenvolvimento.

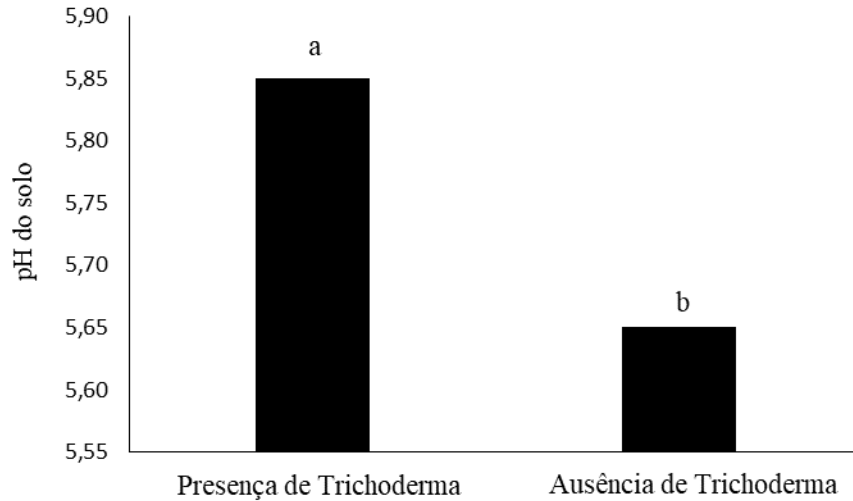


Figura 12. pH do solo ao final do experimento submetido a presença e ausência do microrganismo *Trichoderma harzianum*. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## CONCLUSÕES

O estresse salino afetou negativamente a altura de planta e área foliar sem microrganismo.

A dose 50% da adubação orgânica associada ao uso de água de menor salinidade proporcionaram maiores massa seca da parte aérea, do colmo e total.

A presença do microrganismo mais a dose de 50% da adubação orgânica foram mais eficientes para o número de folhas, área foliar, diâmetro do colmo e a massa seca do colmo.

O aumento da salinidade da água de irrigação promoveu aumento na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

A presença do microrganismo eleva o pH do solo em relação a ausência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, C. F. B., FONSECA, V. A., BEBÉ, F. V., & DOS SANTOS, L. G. Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 244-250, 2014.

CAVALLIN, I. C., DUARTE, C. M., FARIA, R., DALLEMOLE-GIARETTA, R., & DE CARLI, M. Efeito de diferentes isolados de *Trichoderma* sp. Sobre plantas de feijão para promover crescimento. 2010.

CESARANO, G., DE FILIPPIS, F., LA STORIA, A., SCALA, F., BONANOMI, G. Organic amendment type and application frequency affect crop yields, soil fertility and microbiome composition. **Applied Soil Ecology**, v. 120, p. 254-264, 2017.

COÊLHO, J. D. **Milho: Produção e Mercados**. 2022.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos: Boletim de grãos 2022/2023** <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>

CONUS, L. A., CARDOSO, P. C., VENTUROSO, L. D. R., SCALON, S. D. P. Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 67-74, 2009.

FREIRE, M. H. C. et al. Adubação orgânica e estresse salino no desempenho agrônômico da cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 848-854, 2022.

GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. Editora UFV, 2017.

GALVÃO, J. R.; YAKUWA, T. K. M.; COSTA, J. C. G.; SILVA, D. R.; ALMEIDA, K. C.; ARAÚJO, L. B. Óleo essencial e teores de nutrientes da piprioca em resposta à adubação orgânica e à calagem. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre, v. 11, n. 1, 2019.

GOMES, L. A., SILVA, F. D. A., PEREIRA, F. H. F., JUNIOR, J. E. C., & NOBREGA, J. S. Initial growth of corn under application of cattle manure. **Revista Ambientale**, v. 11, n. 2, p. 12-21, 2019.

GOULART, A. P.; BONONI, Laura; DE MELO, I. S. Bioprospecção de *Trichoderma* spp. osmotolerantes para promoção de crescimento de plantas. 2019.

Köppen, W. P. Die klimate der erde: Grundriss der klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter & So., 1923. 369p. <https://doi.org/10.1515/9783111491530> .

KUMAR, K., MANIGUNDAN, K., AMARESAN, N. Influence of salt tolerant *Trichoderma* spp. on growth of maize (*Zea mays*) under different salinity conditions. **Journal of basic microbiology**, v. 57, n. 2, p. 141-150, 2017.

LIMA, B. C.; ARAUJO, F. F. Avaliação sobre a redução da atividade microbiana na adubação orgânica e sua influência no crescimento do milho e respiração do solo. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. 2018. p. 24-30.

MACHADO, D. F. M., PARZIANELLO, F. R., DA SILVA, A. C. F., ANTONIOLLI, Z. I. Trichoderma no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MATTOS BARRETTO, V. C.; MATTOS BARRETTO, F. R.; GONÇALVES, L. E. N. Desenvolvimento inicial de plantas de Eucalyptus grandis x E. urophylla inoculadas com Pisolithus spp. provenientes de povoamento de Pinus spp. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2018.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos**. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Área de Concentração Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 1992.

NASCIMENTO, Fernando; FERRAZ, Valmaria; MIRANDA, Thiago. Transmissão de preços no mercado internacional de milho entre Brasil e Estados Unidos. **Revista Científica Agropampa**, v. 2, n. 2, p. 119-137, 2019.

OLIVEIRA, F de A.; MEDEIROS, J. F. de.; CUNHA, R. C. da; SOUZA, M. W. de L.; LIMA, L. A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**. v.47, p.307-315, 2016.

SÁ, F. V. da S.; BRITO, M. E. B.; PEREIRA, I. B.; ANTÔNIO NETO, P.; SILVA, L. de A.; COSTA, F. B. da. BALANÇO DE SAIS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PINHEIRA (*Annona squamosa* L.) SOB SUBSTRATOS IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA. **IRRIGA**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 544–556, 2015. DOI: 10.15809/irriga.2015v20n3p544. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1530>. Acesso em: 9 jun. 2023.

SANTOS, C. R. .; PEREIRA, I. dos S. .; SANTOS, W. S. dos .; GANDRA, L. C. .; OLIVEIRA, F. S. .; SANTOS, H. O. .; NEIVA, I. P. .; NOCE, M. A.; SANTOS, E. M. S. . Crop-Livestock Integration, Bioinoculants and Organic Fertilization: Strategies for optimizing land use in the Jequitinhonha river Valley . **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. e24712139285, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i1.39285. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39285>. Acesso em: 30 apr. 2023.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2018.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africal Journal of Agriculture Research**, [S. l.], v. 11, n. 39, p. 3733 - 3740, 2016.

SILVA, P. V. S. R.; NASCIMENTO, P. S. Salinidade do solo e desenvolvimento do girassol submetido à irrigação com águas de diferentes qualidades. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, p. 255-269, 2019.

SOUSA, G. G. D., MARINHO, A. B., ALBUQUERQUE, A. H. P., VIANA, T. V. D. A., & AZEVEDO, B. M. D. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 237-245, 2012.

SOUSA, G.G., VIANA, T.V.A.; SILVA, G.L., DIAS, C. N. AZEVEDO, B. M. Interação entre salinidade e biofertilizante de caranguejo na cultura do milho. *Magistra*, v. 28, n. 1, p. 44-53, 2016.

SOUSA, Geocleber Gomes et al. Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 7, p. 3078-3089, 2018.

SOUSA, H. C. **Crescimento e trocas gasosas do milho sob estresse salino e doses de nitrogênio**. 2021. 16 f. Artigo (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção-Ceara, 2020.

SOUZA, F. M., LIMA, E. C. S., SILVA SÁ, F. V., SOUTO, L. S., ARAÚJO, J. E. S., PAIVA, E. P. Emergência e crescimento inicial de plantas de milho sob déficit hídrico e doses de esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, p. 524-529, 2017.

SOUZA, L. S. B., DE MOURA, M. S. B., SEDIYAMA, G. C., & DA SILVA, T. G. F. SOUZA, Luciana Sandra Bastos et al. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão-caupi em sistemas exclusivo e consorciado. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 151-160, 2015.

SOUZA, M. V. P., SOUSA, G. G., DA SILVA SALES, J. R., DA COSTA FREIRE, M. H., DA SILVA, G. L., ARAÚJO VIANA, T. V. Saline water and biofertilizer from bovine and goat manure in the Lima bean crop. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, p. 1-8, 2019.

SOUZA, M.W.L.; CUNHA, R.C.; DE ALMEIDA COSTA, P.A.; DE MOURA, I.N.B.M.; BEZERRA, F.M.S.; LIMA, L. A. Desenvolvimento inicial de milho doce e milho pipoca sob estresse salino. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v.10, n.3, p.65-72, 2014.

STEFFEN, G. P. K., TOMAZZI, D. J., STEFFEN, R. B., GABE, N. L., DA SILVA, R. F., MORTARI, J. L. M., & MALDANER, J.. Incremento da produtividade de milho pela inoculação de *Trichoderma Harzianum* Increase in maize productivity through by *Trichoderma Harzianum* inoculation. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 4455-4468, 2021.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A. TEIXEIRA, W.G. Manual de métodos de análise do solo. 3. ed. Brasília: Embrapa, 573 p, 2017.



WORLU, CW et al. Efeitos comparativos de espécies de *Trichoderma* sobre parâmetros de crescimento e produção de *Zea mays* (L.). **GPH-International Journal of Biological & Medicine Science**, v. 5, n. 02, pág. 01-09, 2022.