

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE AGRONOMIA

MONOGRAFIA

EFEITOS COMBINADOS DA SALINIDADE E DO FUNGO (*Trichoderma harzianum*) NO CRESCIMENTO DO PEPINO (*Cucumis sativus L.*)

Renato Veríssimo da Silva Filho

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO - BRASIL
2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE AGRONOMIA

EFEITOS COMBINADOS DA SALINIDADE E DO FUNGO (*Trichoderma harzianum*) NO CRESCIMENTO DO PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

RENATO VERÍSSIMO DA SILVA FILHO

Monografia apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof^ª. Dra. Rosa Honorato de Almeida.

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO - BRASIL
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

S586e Silva Filho, Renato Veríssimo da
Efeitos combinados da salinidade e do fungo (*Trichoderma harzianum*) no crescimento do pepino (*Cucumis sativus* L.) / Renato Veríssimo da Silva Filho. – Serra Talhada, 2019.
38 f.: il.

Orientadora: Rosa Honorato de Almeida

Coorientador: Antônio Henrique Cardoso do Nascimento

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referências.

1. Pepino. 2. Fungos. 3. Solos - Salinidade . I. Almeida, Rosa Honorato de, orient. II. Nascimento, Antônio Henrique Cardoso do, coorient. III. Título.

CDD 630



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE AGRONOMIA

EFEITOS COMBINADOS DA SALINIDADE E DO FUNGO (*Trichoderma harzianum*) NO CRESCIMENTO DO PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

APROVADA em, 19 de Julho de 2019

Prof^o. Dr. Luiz Guilherme Medeiros Pessoa
UFRPE/UAST

Prof^a. Dr^a Luciana Sandra Bastos de Souza
UFRPE/UAST

Prof^a. Dr. Rosa Honorato de Almeida
Orientadora UFRPE/UAST

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL
2019

DEDICATÓRIA

Dedico à minha Mãe Maria Ledisleusa, ao meu Pai Renato Veríssimo, aos meus tios Maria Ladjane (Tia Jane), Maria Lioneye (Tia Bel), Maria Ladieje (Tia Dinha), José Wellington (Tio Dô) e Roberto Carlos (Tio Beto), às minhas avós Severina Veríssimo (Vovó Bibi) e Maria da Conceição (Vovó Maria) e meu primo Guilbertt Martins (Guigui) por todo apoio, encorajamento, palavras de conforto e princípios que sempre me passaram durante meu desenvolvimento, vocês são a chave do meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus, por ter me dado forças nos momentos difíceis dessa caminhada, me capacitado a executar e concluir esta etapa de minha carreira acadêmica.

À Maria Ledisleusa da Silva, Renato Veríssimo da Silva, José Wellington da Silva, Maria Ladjane da Silva Souza, minha família de modo geral, pelo incentivo e apoio.

A Prof^a. Dr. Rosa Honorato de Almeida, pela orientação, confiança e paciência durante a produção deste trabalho.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Antônio Henrique Cardoso do Nascimento, por providenciar o produto e a análise de solo, indispensáveis para a condução do experimento.

Agradeço aos professores que se dedicaram a transmitir seus conhecimentos científicos e morais, cada palavra de conselho jamais esquecerei, procurarei dar o melhor de mim, se espelhando em vossas pessoas, em especial a Professora Rossanna Barbosa Pragrana a quem tenho um carinho, apego e admiração enorme.

À Ewson, Felipe, Jaqueline, Anderson, Danilo, Lorena, Nadja e Suzane pelas enormes contribuições nos Laboratórios e me aturarem na sala dos técnicos, no período de condução do experimento.

Aos meus amigos acadêmicos da UFRPE-UAST (Astrogilda, Lauizy, Willyane, Amanda “Juru”, Fernando “o crente”, Laamon, Lipson) pelo incentivo e apoio nos momentos de aflição desde o início da graduação.

A minha namorada Ana Paula Ferreira de Lima pela compreensão nos momentos de minha ausência, e estresse em decorrência aos atritos acadêmicos.

Aos verdadeiros amigos, sejam esses adquiridos no decorrer da graduação (Michel, Alfredo, Juvêncio, José Neto, Domingos, Víctor, Teozão, Tempero, Andinho, Rivonaldo “o doido”, Edimir, Mãe Aline e Romário) ou de outrora (Luquinhas, Nicole, Ismênia, Luana e Doidinha) pelas orações e torcida pelo sucesso em cada etapa.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. Origem e história	12
2.2. Caracterização botânica.....	12
2.3. Importância econômica e social	13
2.4. O Semiárido brasileiro	13
2.5. A cultura do pepino x salinidade.....	14
2.6. Fungos como atenuadores do estresse salino.....	15
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo Geral	17
3.2. Objetivos Específicos	17
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1. Localização.....	18
4.2. Clima	18
4.3. Condução experimental.....	18
4.4. Delineamento experimental.....	20
4.5. Manejo da irrigação.....	20
4.6. Variáveis avaliadas.....	23
4.7. Análise estatística.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

RESUMO

No Brasil, o pepino tem boa aceitação em todas as regiões brasileiras, inclusive na Região Nordeste. Nesta região, dada a condição semiárida, é comum a ocorrência de baixas precipitações pluviométricas, que aliada à natureza do material de origem, geram abundância de solos salinos e por consequência, águas contendo altos teores de sais. Esta salinidade compromete a produção do pepino em função de efeitos osmóticos e iônicos, que resultam em alterações nos processos de absorção de água, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta. Diante dessa problemática, tem se buscado técnicas capazes de melhorar a tolerância de plantas com maior sensibilidade à salinidade. Dentre estas, técnicas biológicas como o uso de bioestimulantes, vem ganhando importância, pela sua capacidade de estimular o desenvolvimento radicular das plantas e de alterar o pH da rizosfera atenuando, assim, o efeito deletério da salinidade sobre esta cultura. Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho analisar os efeitos combinados da salinidade e do fungo *Trichoderma harzianum* no crescimento e desenvolvimento do pepino. O experimento foi conduzido, na UFRPE/UAST, em Serra Talhada/PE, em delineamento em blocos casualizados, com cinco níveis de salinidade (TESTEMUNHA/T0: 0,02; T1: 1,2; T2: 1,4; T3: 2,0 ; T4: 2,4 dS m⁻¹) com aplicação de um produto comercial a base de *Trichoderma harzianum*, aos 15 e 30 dias após o início da aplicação do sal. Foram avaliados: número de folhas, área foliar, comprimento da haste principal, número de flores, número, diâmetro e comprimento dos frutos, além das características da raiz como: volume, área superficial, comprimento, massa seca e úmida das raízes. Os dados permitem inferir que há influência da salinidade na cultura do pepino. As variáveis biométricas foram influenciadas diretamente pela interação da salinidade e fungo, de forma que as plantas tratadas quando associado ao fungo *T. harzianum* revelaram respostas positivas à salinidade.

Palavras-chave: Bioestimulante. *Cucumis sativus*. Água salina.

ABSTRACT

In Brazil, cucumber is well accepted in all Brazilian regions, including the Northeast Region. In this region, due to the semi-arid condition, it is common for low rainfall to occur, which together with the nature of the source material, generate abundance of saline soils and, consequently, water containing high levels of salts. This salinity compromises the production of cucumbers due to osmotic and ionic effects, which result in changes in the processes of water absorption, transport, assimilation and distribution of nutrients in the plant. Faced with this problem, techniques capable of improving the tolerance of plants with greater sensitivity to salinity have been sought. Among these, biological techniques such as the use of biostimulants have been gaining importance, due to their ability to stimulate the root development of plants and to alter the pH of the rhizosphere, thus reducing the deleterious effect of salinity on this crop. In this sense, the objective of the present study was to analyze the combined effects of salinity and the fungus *Trichoderma harzianum* on the growth and development of cucumber. The experiment was conducted at UFRPE/UAST, in Serra Talhada/PE, in a randomized block design with five salinity levels (TESTEMUNHA/T0: 0.02; T1: 1.2; T2: 1.4; T3: 2.0; T4: 2.4 dS m⁻¹) with application of a commercial product based on *Trichoderma harzianum*, at 15 and 30 days after the beginning of salt application. The following were evaluated: number of leaves, leaf area, length of the main stem, number of flowers, number, diameter and length of the fruit, as well as root characteristics such as volume, surface area, length, dry and wet mass of the roots. The data allow us to infer that there is an influence of salinity in the cucumber culture. The biometric variables were directly influenced by the interaction of salinity and fungus, so that the plants treated when associated with the fungus *T. harzianum* revealed positive responses to salinity.

Keywords: Biostimulant. Cucumis sativus. Saline water.

1. INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis sativus*) é originário do Sul do continente Asiático mais precisamente da região quente do norte da Índia ou da África, onde são encontradas espécies silvestres. Foi introduzido na Europa por meio dos romanos e chegaram ao Brasil com os colonizadores portugueses, onde se adaptaram muito bem ao clima local possibilitando o desenvolvimento de diversas variedades. A planta é herbácea, anual, com hastes longas. Possui hábito de crescimento indeterminado, e desenvolve-se no sentido vertical ou prostrado, dependendo da presença ou ausência de suporte. Os ramos apresentam gavinhas, que se fixam a qualquer tipo de suporte, com sistema radicular superficial (UFRGS, 2019). Sendo classificado como moderadamente sensível à salinidade, apresentando salinidade limiar de 2,2 dS m⁻¹ (Ayers & Westcot, 1999) que rotineiramente é ultrapassado pelos níveis de salinidade usualmente encontrados na águas disponíveis de irrigação, afetando o crescimento e o rendimento desta cultura (MEDEIROS et al., 2009; SANTANA et al., 2010).

No Brasil a produção de cucurbitáceas encontra-se principalmente em regiões Semiáridas. Estas apresentam grande abundância de solos salinos, devido à natureza do material de origem, ao déficit hídrico ocasionado pela baixa precipitação pluviométrica além da elevada taxa de evaporação, sendo o problema agravado em terras intensamente cultivadas com o uso da irrigação, nos polos de agricultura irrigada (SILVA et al., 2011).

O efeito da salinidade sobre as culturas se dar por duas razões: pelo aumento do potencial osmótico do solo, de forma que quanto mais salino for um solo, maior será a energia gasta pela planta para absorver água; pela toxidez de elementos, principalmente sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que em concentração elevada causam distúrbios fisiológicos nas plantas (BATISTA et al., 2002). Arelado a esses fatores, há um desequilíbrio nutricional decorrente a alteração nos processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta, por exemplo, o Na em excesso compete pelo sítio com nutrientes como o K e Ca, inibindo a absorção destes (FARIAS et al., 2009; SILVA et al., 2009).

Para solucionar ou amenizar esse problema, muitas técnicas são utilizadas para melhorar a tolerância à salinidade (ABRAHA e YOHANNES, 2013). Dentre estas, técnicas físicas, químicas e biológicas, que vem ganhando importância o uso de bioestimulante. Contudo, a depender de sua composição, concentração e proporção das substâncias, o biorregulador pode incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas

(VIEIRA; CASTRO, 2004) pela sua capacidade de estimular o desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Nesse aspecto, existem microrganismos já bastante conhecidos como benéficos ao crescimento de plantas, cuja ação principal é promover a produção de substâncias que ajudam as plantas a produzirem raízes com maior volume, além de alterarem o pH próximo a rizosfera, fazem com que as plantas se nutram melhor e estejam menos suscetíveis ao estresse hídrico.

Dentre esses microrganismos encontram-se os fungos do gênero *Trichoderma*, capazes de colonizar as superfícies de raízes e causar mudanças substanciais no metabolismo de plantas, promovendo o estímulo aos mecanismos de defesa das plantas, o aumento da disponibilidade de nutrientes e a tolerância ao estresse (OUSLEY et al., 1994; WEEDEN et al., 2008). Segundo dados da Embrapa (2012) as espécies de *Trichoderma* estão entre os fungos mais estudados e comercializados como biofertilizantes e como inoculantes de solo, com um número crescente de novos produtos registrados regularmente em todo mundo.

Pesquisas desenvolvidas por Rawat et al. (2012), usando plantas de arroz pré-tratadas com *Trichoderma* revelaram resposta ao estresse da salinidade modulando parâmetros fisiológicos e bioquímicos que conduzem à restauração da homeostase celular, desintoxicação de toxinas e recuperação do crescimento. Yesilyurt et al. (2018), também atestaram a capacidade de atenuar efeitos maléficos causadas pela salinidade na cultura do milho nos tratamentos com altos níveis de sais, tratadas com *Trichoderma*, sugerindo aumento na capacidade osmoregulatória da planta na presença do fungo.

Dessa forma, é de grande importância o desenvolvimento de pesquisas que utilizem esses microrganismos como atenuadores do efeito deletério da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, a fim de garantir a manutenção da produtividade no Semiárido.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Origem e História

O pepino (*Cucumis sativus*) é originário das regiões tropicais do sul do continente Asiático, precisamente da região quente do norte da África sendo cultivado também há quase 3000 anos no noroeste da Índia, onde ocorrem espécies silvestres. Posteriormente foi introduzida em outras partes do mundo, como a China e para as Filipinas e as Ilhas Formosas, principalmente na América (UENF, 2008; UFRGS, 1999; UFPI, 2010).

Da região Norte da China originou-se uma linhagem ou grupo de pepinos com frutos mais alongados e diâmetros reduzidos. Outro grupo, que se desenvolveu no sul da Ásia, chegou às Ilhas Formosas e depois à Ilha Okinawa, no arquipélago de Riu Kyu, e em 1923, foi levado para o Japão dando origem ao pepino do grupo "Aodai" e "Aonaga", hoje conhecidos no mercado como pepinos Comum e Japonês, respectivamente (CEAGESP, 2015). Difundido para Grécia e Itália Romanos se tornaram amantes da cultura, depois do séc. VI para França e demais países da Europa, chegando ao Brasil com os colonizadores portugueses (CEAGESP, 2015).

2.2. Caracterização botânica

O pepino é uma planta herbácea de ciclo curto, monóica, de característica rasteira e de tamanho indefinido. O caule é anguloso e as folhas são recortadas e ásperas. As flores apresentam-se masculinas ou femininas na mesma planta e a polinização é feita principalmente por abelhas. A flor feminina tem pétalas amareladas, tem cerca de 2 a 3 cm de diâmetro e são solitárias. As flores masculinas são em maior número, apresentam-se em grupo e tem pedúnculo bem curto (STUMPF, 2013).

No mercado brasileiro, quatro tipos de pepino se destacam: o caipira, o tipo conserva o Aodai ou comum e o japonês ou Aonaga. Cada um deles com características únicas, seja quanto a textura e sabores, sejam quanto ao comportamento e exigências para o bom desenvolvimento em campo (EMBRAPA, 2013).

Entre as cultivares de maior importância comercial, o grupo aodai consiste no principal grupo quando se trata do volume de comercialização. Os frutos são colhidos com tamanho médio aproximado de 22 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro, pesando em média 350 a 400g, possui casca lisa e coloração verde-escura com formato cilíndrico, poucos espinhos e

sabor agradável, sendo muito apreciado em regiões metropolitanas. Seu cultivo predomina em sistema tutorado (EMBRAPA, 2013).

2.3. Importância econômica e social

O pepino tem grande importância econômica e social dentro do agronegócio de hortaliças no Brasil possuindo uma produção anual que ultrapassa 200.000 t. É muito apreciado e consumido em todas as regiões do país. O fruto pode ser consumido na forma crua em saladas, sanduíches, sopas ou em conservas (EMBRAPA, 2013).

No mercado nacional, a comercialização do pepino tem obtido crescimento na importância entre as hortaliças, devido a sua apreciação como componente de saladas (SILVA et al., 2014). Além da importância econômica e alimentar, o cultivo de pepino, têm destaque social, gerando muitos empregos diretos e indiretos, desde o cultivo até a sua comercialização (CARVALHO et al., 2013).

Os maiores produtores de pepino são China, Turquia, Iran, Estados Unidos, mas as maiores produtividades ficam em Holanda, Reino Unido, Bélgica, entre outros. A cultura do pepino mostra-se bastante rentável. No Brasil são os principais estados produtores São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Goiás respectivamente, totalizando assim 78% do mercado nacional (CONAB, 2018).

2.4. O Semiárido brasileiro

O clima semiárido ou clima de estepe como também é conhecido, é caracterizado por apresentar precipitação inferior a evapotranspiração potencial, ou seja, apresenta longos períodos de estiagem com chuvas mal distribuídas e temperaturas média anual em torno de 27°C (EOLSS, 2009).

O Semiárido brasileiro distribui-se numa área de 969.589 km² e abrange os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, região central da Bahia e uma faixa que se estende em Minas Gerais, seguindo o Rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do rio Jequitinhonha (BRASIL, 2005).

Grande parte da região semiárida do Nordeste tem 70% da superfície localizada sobre uma fundação conhecida, na geologia, como escudo cristalino. Sendo caracterizada por solos na maioria das vezes rasos, pois o material de origem está localizado próximo à superfície, acarretando uma drenagem ineficiente, influenciando assim juntamente com outros aspectos, problemas de armazenamento de água (FUNDAJ, 2019).

A salinidade é um problema em regiões semiáridas, devido à interação dos fatores geológicos e climáticos, segundo a Embrapa (1988), nessas regiões o déficit hídrico chega a atingir mais de 2000 mm/ano, devido o balanço hídrico ser negativo, o que favorece o acúmulo de sais e sódio trocável. A salinização do solo pode ainda ser induzida pelo homem (salinização secundária), devido às consequências do manejo impróprio da irrigação, má condição de drenagem ou má qualidade da água de irrigação (EMBRAPA, 2007).

De acordo, com Cavalcante et al. (2006) nesta região, o suprimento hídrico do solo, que se dá por precipitações pluviométricas escassas e irregulares e/ou irrigações suplementares, aliado à forte demanda evaporativa, impõe o uso de recursos hídricos de qualidade restritiva à produção agrícola. Assim, segundo os autores, além da variabilidade espaço-temporal das chuvas, a qualidade das águas, muitas vezes, compromete a capacidade produtiva das plantas menos tolerantes a presença de sais, principalmente quando o solo não possui condições físicas para lixiviação de sais e aeração suficiente à expansão radicular.

2.5. A cultura do pepino x salinidade

O pepino é uma cultura de clima quente, mas se adapta a temperaturas amenas, variando entre 15° e 25 °C. Temperaturas muito baixas prejudicam e podem até destruir a cultura. No inverno não muito rigoroso pode ser cultivada em casas de vegetação (estufa), podendo se beneficiar dos melhores preços no mercado (EMBRAPA, 2010). O cultivo do pepino na região Nordeste do país apresenta risco, devido a grande parte de essa região apresentar clima semiárido, caracterizado por baixas precipitações pluviométricas, e águas disponíveis para irrigação contendo altos teores de sais (MEDEIROS et al., 2003).

Na zona rural da região semiárida do nordeste brasileiro, a água salobra proveniente de poços ou aquíferos é utilizada para a irrigação, entretanto contém quantidades variáveis de sais solúveis. Sua aplicação no solo implica, necessariamente, em adição de sais ao seu perfil, acumulam-se neste após se concentrarem, à medida que a água se evapora ou é consumida pelas plantas.

A alta concentração salina próxima à zona radicular é fator de estresse para as plantas, reduzindo o potencial osmótico, retendo água e favorecendo a ação dos íons sobre o protoplasma. Nessas condições, a água é osmoticamente retida em solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais resulta em menor disponibilidade hídrica para as plantas, podendo, além disso, reduzir a disponibilidade de nutrientes, levando a deficiência nas plantas cultivadas, principalmente daqueles nutrientes exigidos em menores quantidades (DIAS & BLANCO, 2010), como é o caso dos micronutrientes. Em seus trabalhos Tavares et

al (2016), encontraram respostas negativas da cultura do pepino em meio salino onde, a salinidade da água de irrigação afetou a emergência, o crescimento e o acúmulo de massa seca das plantas de pepino. José et al. (2010) também encontraram resultados semelhantes ao trabalhar com esta cultura.

A irrigação é uma das principais tecnologias capazes de trazer resultados satisfatórios ao desenvolvimento, rendimento e qualidade dos produtos agrícolas. No entanto, além da quantidade de água disponível para as plantas, outro fator de fundamental importância está relacionado com a qualidade da água, principalmente quanto à concentração de sais dissolvidos (OLIVEIRA et al., 2014).

Dessa forma, o no cultivo do pepino no semiárido ocorrem problemas devido a salinidade na água de irrigação, sendo necessária a identificação de cultivares tolerantes a essa condição (Albuquerque et al., 2016) associadas a tecnologias capazes de atenuar os efeitos danosos do sal. A cultura do pepino é considerada moderadamente sensível à salinidade, apresentando salinidade limiar de $2,2 \text{ dS m}^{-1}$ (Ayers & Westcot, 1999), que rotineiramente é ultrapassado pelos níveis de salinidade usualmente encontrados na águas disponíveis de irrigação, afetando o crescimento e o rendimento desta cultura (MEDEIROS et al., 2009; SANTANA et al., 2010). Contudo, segundo Albuquerque et al. (2014) o pepino pode ser irrigado com água salina com condutividade elétrica de até $1,8 \text{ dSm}^{-1}$ durante sua fase de crescimento inicial. Alerta, porém, que pode haver diferença de resposta em função das cultivares e com o avanço da idade da planta. Sobre esse assunto, Santana et al. (2010), constataram efeito negativo da salinidade de $0,1 \text{ dS m}^{-1}$, na água de irrigação sobre a cultura do pepino caipira, onde a maior produtividade comercial -, nível este abaixo do considerado tolerado para a cultura, demonstrando, assim a alta sensibilidade da cultura a salinidade.

2.6. Fungos como atenuadores do estresse salino

O aumento da salinidade da água de irrigação leva também a um aumento no nível de sais depositados no solo, o que altera o potencial osmótico, reduzindo assim, o consumo de água pelas plantas e, conseqüentemente, de nutrientes (SANTANA et al., 2010). Rawat et al. (2012) confirmam que a salinidade do solo causa um desequilíbrio dos íons celulares, resultando em estresse osmótico, o que dificulta a absorção da água pelas raízes; aliás, esta salinidade afeta quase todos os aspectos da fisiologia e bioquímica das plantas, diminuindo a fotossíntese líquida, e causando assim a redução no crescimento das plantas.

Muitas técnicas já são utilizadas para melhorar a tolerância das plantas à salinidade, porém outras providências têm se mostrado necessárias para diminuir o estresse das plantas

(ABRAHA e YOHANNES, 2013)., Uma das abordagens mais aceitas para reduzir os efeitos bióticos e abióticos sobre as plantas é o emprego de microrganismos promotores do crescimento de plantas (SAGHAFI et al., 2018). Isso porque, o *Trichoderma spp.*, conhecido principalmente como fungos biocontroladores, encontrados em solos desérticos, florestais e agrícolas, podem colonizar raízes de plantas e produzir alguns metabólitos estimulando o crescimento de plantas (KHOSHMANZAR et al., 2019).

Estudando o uso de biocondicionamento de sementes de milho com *Trichoderma* Yesilyurt et al (2018), observaram que o tratamento melhorou o crescimento da raiz e da parte aérea de plantas submetidas a 50 mM e de 100 mM de NaCl, sugerindo que o fungo possui capacidade de osmorregulação em situação de altos níveis de sal. Rawat et al. (2012) estudando o cepas de *Trichoderma* submetidas a salinidade observaram respostas positivas para a atenuação da salinidade, verificando redução dos efeitos prejudiciais da salinidade no crescimento, fotossintético e parâmetros bioquímicos no arroz. De acordo com este estudo, plantas pré-tratadas com *Trichoderma* responderam ao estresse da salinidade modulando parâmetros fisiológicos e bioquímicos que conduzem à restauração da homeostase celular, desintoxicação de toxinas e recuperação do crescimento.

De acordo com Harman (2006) a incorporação de *Trichoderma* aumenta o crescimento profundo das raízes, o que ajuda na aquisição de mais água e na absorção de nutrientes. Segundo Weeden et al. (2008) ao colonizar a rizosfera do sistema radicular o fungo produz hormônios que promovem alterações substanciais no metabolismo além de alterar o pH da rizosfera. Isso possibilita as plantas a formarem um maior volume de raiz e, dessa forma, uma determinada cepa do fungo pode aumentar o número de raízes em profundidade, até um metro abaixo da superfície do solo, o que permite maior absorção de nutrientes. A aplicação de *Trichoderma* pode ser feita nas sementes, no substrato, no sulco de plantio ou em matérias orgânicas que serão incorporadas antes do transplante das mudas Lucon (2009) citado por Machado et al. (2012), porém, no Brasil, a aplicabilidade do fungo como promotor de crescimento, por meio da indução da resistência ao estresse salino ainda é pouca divulgada levando a necessidade de pesquisa dessa natureza.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar os efeitos combinados da salinidade e do fungo *Trichoderma harzianum* no crescimento e desenvolvimento do pepino.

3.2. Objetivos Específicos

1. Avaliar os efeitos do *Trichoderma harzianum* na atenuação do efeito da salinidade na cultura do pepino;
2. Obter dados biométricos relacionados ao crescimento e desenvolvimento de raiz e de parte aérea do pepino submetidos a condições de estresse salino.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização

O experimento foi conduzido na área experimental da UFRPE/UAST, no município de Serra Talhada/PE, cujas coordenadas geográficas no sistema SIRGAS 2000, são 7°57'10" de latitude sul e 38°17'43" de longitude oeste, na Mesorregião do Sertão Pernambucano, Microrregião do Pajeú, a uma altitude de 429 metros.

4.2. Clima

De acordo KOOPPEN, o clima é do tipo BSw'h' muito quente e semiárido, com temperatura do mês mais frio superior a 18°C e chuvas de verão-outono. O período chuvoso se inicia em novembro, com término em Abril. A precipitação média anual é de 639 mm e temperatura média anual em torno de 25,2°C (LAMEPE/ITEP, 2017).

4.3. Condução experimental

A semeadura do pepino variedade Aodai foi realizada diretamente em vasos, com capacidade para 20 litros, contendo solo peneirado o qual se classifica como Cambissolo, húmus e areia (proporção 5:3:2); foram colocadas na semeadura três sementes por vaso (Figura 1), deixando-se apenas a mais vigorosa por ocasião do desbaste quando esta apresentou a segunda folha verdadeira. As plantas ao apresentarem a terceira folha verdadeira foram tutoradas verticalmente por meio de um barbante. O fungo foi aplicado em dois momentos: 15 e 30 dias após o início da irrigação. A aplicação do produto (ECOTRICH wp), que contem 1×10^{10} UFC/g do produto comercial, recomendando ser usado $0,15 \text{ Kg.ha}^{-1}$, o volume de calda a ser utilizado era de acordo com o volume total de água aplicado na irrigação do dia, além do auxílio do manual do Instituto Biológico de São Paulo, onde este apresenta maior diversidade de culturas a serem trabalhadas com o fungo.

A adubação foi realizada com base no Boletim de Recomendação de Corretivos e Fertilizantes para o Estado de Pernambuco (IPA, 2008), visando atender a necessidade por hectare para a cultura do pepino, utilizando assim como fonte de NPK a formulação comercial 10-10-10 (3,72g por vaso), disponível no comercio local, considerando a área do vaso com $0,062 \text{ m}^2$, conforme a tabela 2.

A seguir apresenta-se a Tabela 1, a qual se encontra presente a caracterização química do solo, após a realização da análise, permitindo um diagnóstico possibilitando futuras tomadas de decisões.

Tabela 1- Caracterização química do substrato.

pH	cmol _c dm ⁻³							
	K	Na	Al	Ca	Mg	H+Al	S.B	CTC
7,1	2,30	0,30	0,00	8,60	5,60	0,00	16,80	16,80

mg dm ⁻³					%			
Fe	Cu	Zn	Mn	P	V	C	M	M.O.
303,0	0,6	14,4	44,00	520,00	100	1,93	0,00	3,33

A Tabela 2 contém a recomendação para adubação do pepino para o Estado de Pernambuco.

Tabela 2- Recomendação de adubação para o pepino, segundo o Boletim de Recomendação de Corretivos e Fertilizantes para o Estado de Pernambuco (IPA, 2008).

Teor de solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
(não considerado)	Nitrogênio (N)	
	40	60
mg dm ⁻³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅)	
	< 11	-
	11-30	-
	> 30	-
cmol _c dm ⁻³ de K	Potássio (K ₂ O)	
	< 0,12	50
	0,12 – 0,3	50
	> 0,38	50

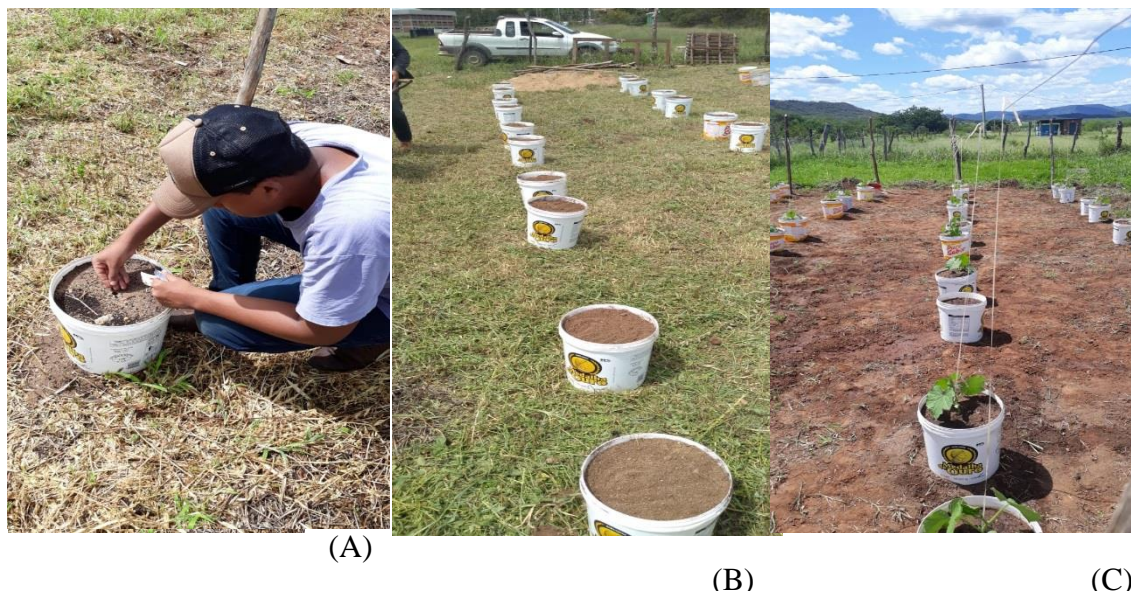


FIGURA 1: A e B semeadura do pepino; C tutotamento da cultura.

4.4. Delineamento experimental

O ensaio realizado foi em delineamento em blocos casualizados, com cinco níveis de salinidade (TESTEMUNHA/T0: 0,02; T1: 1,2; T2: 1,4; T3: 2,0 ; T4: 2,4 dS m⁻¹), sendo três abaixo e duas acima da salinidade limiar da cultura 2,2 dS m⁻¹ (AYERS, WESTCOT, 1999), com aplicação de um produto comercial a base de *Trichoderma harzianum*, apenas nos tratamentos T1, T2, T3, T4 totalizando vinte unidades experimentais. As condutividades da água de irrigação foram obtidas por meio da diluição do sal com teor mínimo de 99,0 % de cloreto de sódio (NaCl) PA em água proveniente da companhia de abastecimento, por meio da metodologia proposta por Gheyi et al. (2016), conforme a Equação 1.

Se: $0,1 < CEa < 5,0 \text{ dS m}^{-1}$.

$$SDT = CEa \cdot 640 \dots\dots\dots(01)$$

Onde:

SDT = Sais dissolvidos totais (mg L⁻¹);

CEa = Condutividade elétrica da água (dS m⁻¹).

4.5. Manejo da irrigação

O manejo de irrigação foi realizado diariamente, calculado com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), a qual, conforme Equação 2, determinado por Allen et al., (1998), em que se utilizou a evapotranspiração de referência (ET_o) obtida pelo Tanque Classe A (próximo ao experimento) e do coeficiente de cultura (K_c), iguais a 1,20 (fase I –

Inicial aos 19 DAE); 1,30 (fase II - desenvolvimento aos 39 DAE) ; 1,15 (fase III - Final aos 50 DAE), totalizando uma lâmina final total aplicada de 8,16mm por unidade experimental.

$$ET_c = E_{T_o} \times K_c \dots\dots\dots(02)$$

em que:

E_{T_c} - Evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1});

E_{T_o} - Evapotranspiração de referência (mm dia^{-1});

K_c - Coeficiente da cultura (adimensional);

Para estimativa da E_{T_o} se optou pelo método do tanque classe A (TCA) Equação 3:

$$E_{T_o} = E_{CA} \times K_p \dots\dots\dots (03)$$

em que:

E_{T_o} - Evapotranspiração de referência pelo Tanque Classe A (mm d^{-1});

E_{CA} - Evaporação do Tanque Classe A (mm d^{-1});

K_p - Coeficiente do Tanque (adimensional).

Os valores de K_p diários serão determinados pela metodologia de ALLEN & PRUITT (1991) apresentada na Equação (4)

$$K_p = 0,108 - 0,000331U + 0,0422\text{Ln}(F) + 0,1434\text{Ln}(H) - 0,000631[\text{Ln}(F)]^2 \text{Ln}(H) \dots\dots(04)$$

em que:

U - velocidade do vento a 2,0 m do solo, em km d^{-1} ;

F - distância da bordadura que circunda o tanque, sendo considerados 10,0 m de grama, no presente trabalho;

H - é a umidade relativa média (%).

Os dados de umidade relativa do ar e velocidade do vento são coletados diariamente pela estação agrometeorológica automática situada na UFRPE/UAST por meio do site do

INMET (Figura 2), tomando o cuidado de converter os dados de velocidade do vento de 10 metros do solo para 2 metros através da equação 5.

$$U_z = U_{10} \frac{4,27}{\ln[(67,8xALT) - 5,42]} \dots\dots\dots (05)$$

em que:

U_z - Velocidade do vento a 2m, em km d^{-1} ;

U_{10} - Velocidade do vento a 10m, em km d^{-1} ;

ALT - Altitude do local, em m.

As aplicações das lâminas de irrigação foram realizadas com o auxílio baldes e béquer graduado de 500 mL (Figura 3).

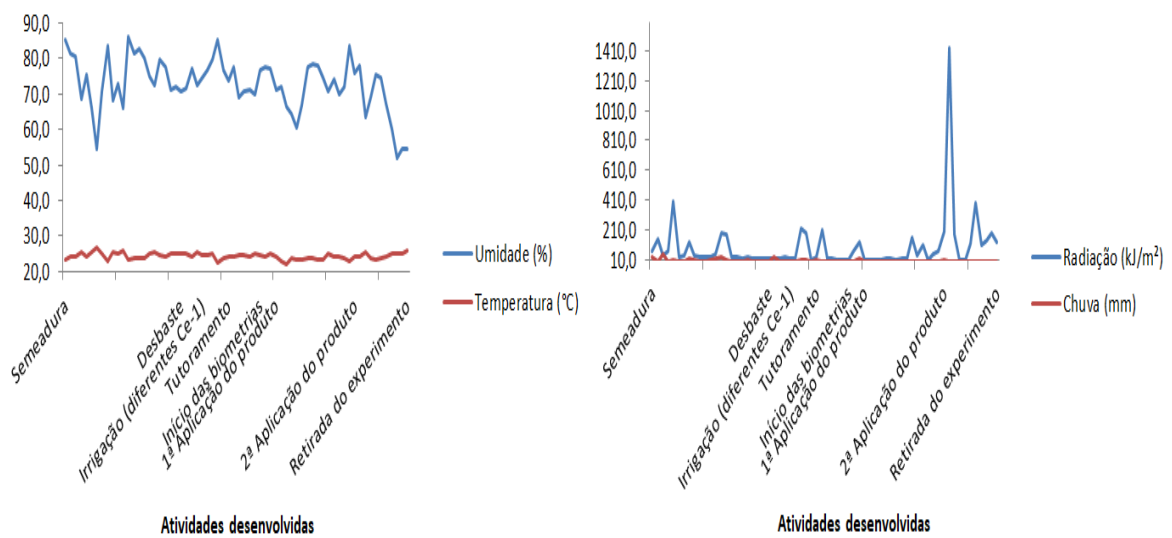


FIGURA 2: Dados meteorológicos referentes à época de condução do experimento (atividades desenvolvidas), obtidos pelo INMET, Serra Talhada- PE, 2019.

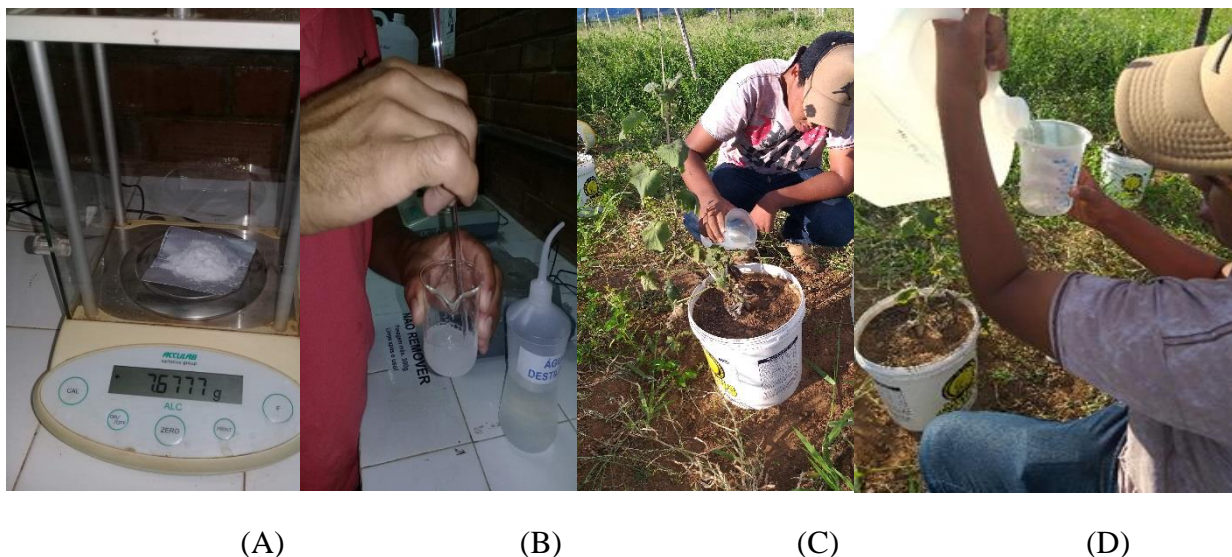


FIGURA 3: (A e B) Preparo da água de irrigação; (C e D). Realização da irrigação diária.

4.6. Variáveis avaliadas

Para avaliação dos efeitos da interação do fungo e salinidade na cultura do pepino foram coletados dados biométricos e CEes inicial e final do experimento. Quanto à biometria foi verificado o número de folhas, área foliar, comprimento da haste principal, número de flores, número, diâmetro e comprimento dos frutos além do volume, área superficial, comprimento, massa seca e úmida das raízes. Para o número de folhas foi determinado consideraram-se as folhas totalmente expandidas, com comprimento mínimo de dois centímetros e que apresentavam no mínimo 50% da sua área com coloração verde, conforme Grimes & Carter (1969).

As coletas de dados para o número de folhas, diâmetro do coleto e comprimento da haste principal, foi realizada semanalmente, prolongando-se até a fase de frutificação, onde foram feitas cinco leituras, sendo a primeira realizada antes da aplicação do fungo (*Trichoderma harzianum*). A área foliar, volume, área superficial e comprimento das raízes foram obtidos no final do experimento.

O diâmetro do coleto foi obtido com o auxílio de um paquímetro (em mm) dois centímetros de altura acima do solo. O comprimento da haste principal compreendeu a distância da base até o meristema apical, obtida com um barbante, o qual foi posteriormente relacionado a uma régua graduada. A área foliar determinou-se por meio da utilização do programa Lafore, onde ao final do experimento todas as folhas de cada unidade experimental ao serem retiradas, foram escaneadas e convertidas para o formato JPG e submetidas ao programa citado. Os dados de raízes foram obtidos por meio do software Safira, com um procedimento semelhante ao realizado com as folhas (Figura 4).

Para a obtenção da biomassa seca, as raízes foram separadas, lavadas e acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após este período, cada repetição teve a massa avaliada em balança com precisão de 0,001g (Figura 5).

A determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEs) foram coletadas amostras do substrato (mistura) no início e final do experimento. Em laboratório essas amostras passaram por um procedimento, consistindo basicamente em misturar terra fina seca ao ar (TFSA) com água destilada de maneira a obter a “pasta saturada”. Esta pasta foi, então, após repouso, colocada num funil de Büchner com papel de filtro, kitassato e bombas a vácuo, para aplicação da sucção, coletando-se o extrato. A determinação de CEs foi realizada logo após a obtenção do extrato, por meio de um TDS, realizando assim a transformação dos valores obtidos em PPM para dSm^{-1} . Os valores de CE obtidos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3- Valores das condutividades elétricas dos extratos dos substratos.

Níveis aplicados (dSm^{-1})	Condição inicial (substrato)	0,02	1,2	1,4	2,0	2,4
CEs (dSm^{-1})	0,36	0,67	1,89	2,24	2,77	3,38

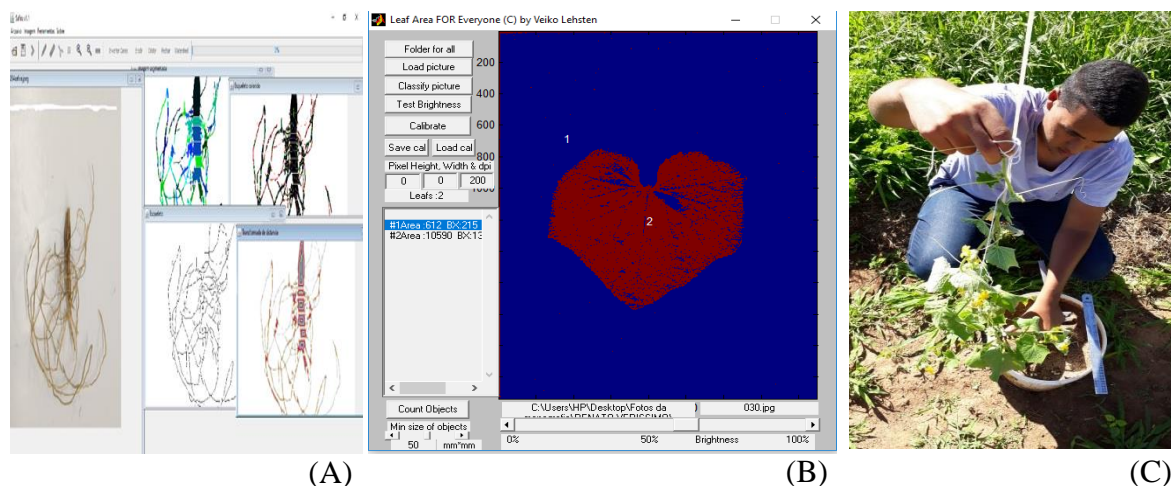


FIGURA 4: (A) Análises das raízes; (B) Área foliar; (C) Coleta de dados biométricos.



(A) (B) (C) (D)
FIGURA 5: (A) Lavagem; (B) Pesagem; (C e D) Secagem das raízes.

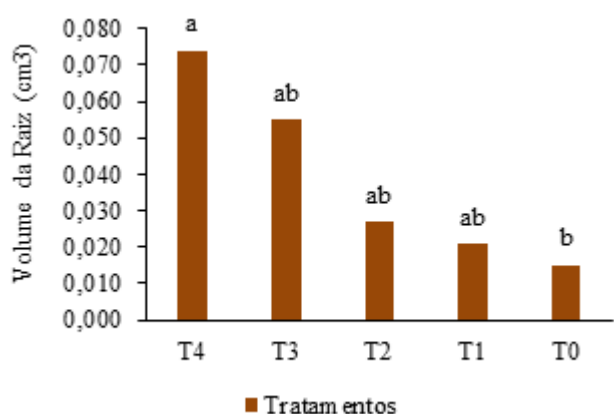
4.7. Análise estatística

Na análise estatística, após a identificação da significância entre os tratamentos, os dados qualitativos foram submetidos à comparação de médias utilizando o teste de Tukey ou teste t a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade a depender do coeficiente de variação e a adequação dos dados ao Erro tipo I ou Tipo II. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de regressão buscando-se ajustar as equações com significados plausíveis aos tratamentos utilizados.

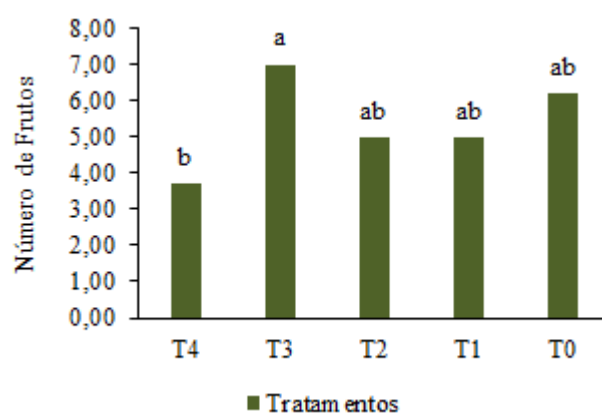
Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados, foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2). Para tanto utilizaram-se os softwares Excel e Sisvar 5.6.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 podemos observar os testes de média para o volume de raiz e número de folhas, depois de realizadas a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F, constatando assim que houve diferença significativa nas variáveis estudadas. Ocorreu um aumento no volume de raízes com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 6.A). Quanto ao número de frutos, o tratamento com maior CE na água de irrigação apresentou uma menor produção de frutos (Figura 6.B).



(6.A)



(6.B)

* Letras minúsculas diferentes nas colunas, representam médias diferentes ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

FIGURA 6. Média das variáveis volume de raiz (6.A) e número de frutos (6.B) de pepino submetidos a salinidade em associação com o fungo *Trichoderma harzianum*. Serra Talhada-PE, 2019.

A presença do *Trichoderma* sp. na região da rizosfera ou no rizoplane, colonizando esse órgão endofiticamente pode ter contribuído para liberação de substâncias promotoras de crescimento. Carvalho Filho et al., (2008) encontrou níveis significativos de concentração de AIA em filtrado de cultura de isolado de *T. harzianum*. Weeden et al. (2008) constatou em seus estudos que uma determinada cepa do fungo demonstrou o aumento no número de raízes até a profundidade de um metro abaixo da superfície do solo.

Na Figura 6B pode-se observar que a irrigação com o uso da água 2,0 dSm⁻¹ a cultura apresentou maior número de frutos, embora não tenha diferido dos tratamentos 0,02, 1,2 e 1,4 dSm⁻¹ estatisticamente, os quais não se diferenciaram do tratamento de 2,4 dSm⁻¹ apesar deste apresentar menor número de frutos, esse dado corrobora com a variável número de flores, resultado esse já esperado devido ao maior acúmulo de sais. Segundo Ghanem et al., (2009) o maior aborto de flores se dá devido a diminuição do transporte de carboidratos

solúveis das folhas para as flores, reduzindo a viabilidade do pólen, ainda de acordo com o autor o efeito do estresse salino no abortamento de flores é mais evidente quando o mesmo é aplicado no início do florescimento.

Na Figura 7 é apresentado o resumo dos valores médios finais da variável área foliar, submetidos ao teste de Tukey, verificando assim que houve diferença significativa da variável, entre os tratamentos.

Os dados obtidos nessa análise apresentaram características semelhantes ao da Figura 7, onde a água de irrigação com maior CE acarretou na menor área foliar na cultura.

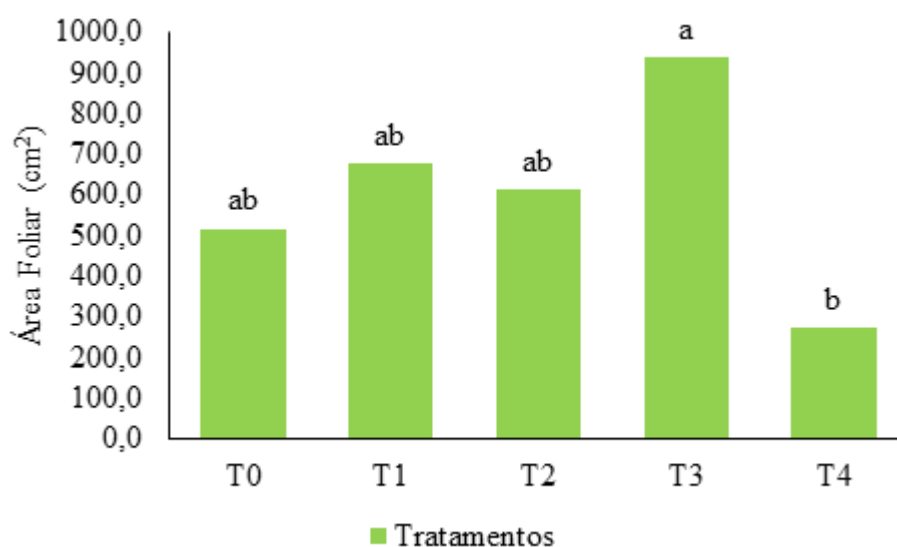


FIGURA 7. Média da variável área foliar de pepino submetidos a salinidade em associação com o fungo *Trichoderma harzianum*. Serra Talhada-PE, 2019.

Na Figura 7 observa-se que, quando se irrigou com a água de 2,0 dSm⁻¹ a cultura apresentou maior área foliar final, seguido dos tratamentos 0,02, 1,2 e 1,4 dSm⁻¹ que não diferiram entre si estatisticamente, o tratamento com CE de 2,4 dSm⁻¹ apresentou menor número de área foliar final. Segundo Munns (2002); Lacerda et al., (2003) as reduções no tamanho da área foliar estão associadas aos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais do estresse salino, que interferem a assimilação líquida de CO₂, e inibem a expansão foliar e aceleram a senescência de folhas maduras, reduzindo, conseqüentemente, a área destinada ao processo fotossintético e a produção total de fotoassimilados. Como explicação para o destaque da cultura submetida a CE de 2,0 dSm⁻¹, pode-se afirmar que as plantas nessas condições tiveram uma menor queda das folhas de maior tamanho, resultando nesse valor, já

que a área foliar só foi determinada no fim do experimento, esses valores se corroboram com os da Figura 8, na encontram-se os dados do número de folhas.

A Figura 8 verifica-se a variável de número de folhas, mostrando assim a curva do comportamento da cultura mediante os diferentes níveis de salinidade. Ocorreu um crescimento do número de folhas até o nível de 1,4 dSm⁻¹.

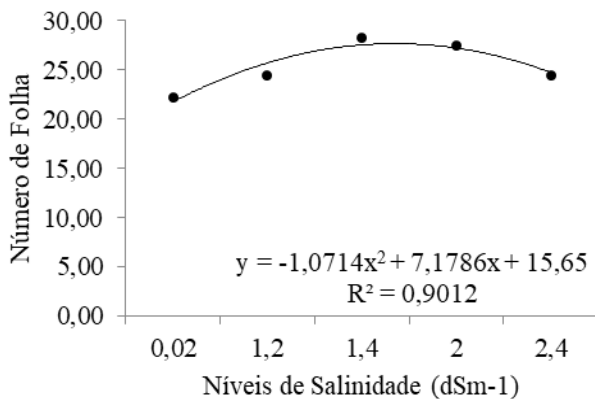


FIGURA 8. Análise de regressão para a variável número de folhas de pepino submetidos a salinidade em associação com o fungo *Trichoderma harzianum*. Serra Talhada-PE, 2019.

Na variável observa-se um crescimento do número de folhas até o nível de 1,4 dSm⁻¹, havendo um decréscimo em seguida, essa diminuição do número de folhas pode ser atribuída da maior quantidade de íons tóxicos a planta, como por exemplo o sódio que desencadeia uma série de desordens fisiológicas, hormonais e nutricionais sob a planta limitando o seu crescimento e desenvolvimento (EPISTEIN; BLOOM, 2006; SÁ et al., 2013; TAIZ; ZAIGER et al., 2013).

Na Figura 9 estão os valores de massa úmida e seca da raiz em função da salinidade da água de irrigação. O comportamento da massa úmida se deu de forma que a testemunha apresentou um maior valor, ocorrendo uma redução da massa com aumento da condutividade elétrica da água (9.A). A massa seca da raiz apresentou comportamento inverso da massa seca havendo um incremento da biomassa até o nível de 1,4dSm⁻¹ (9.B).

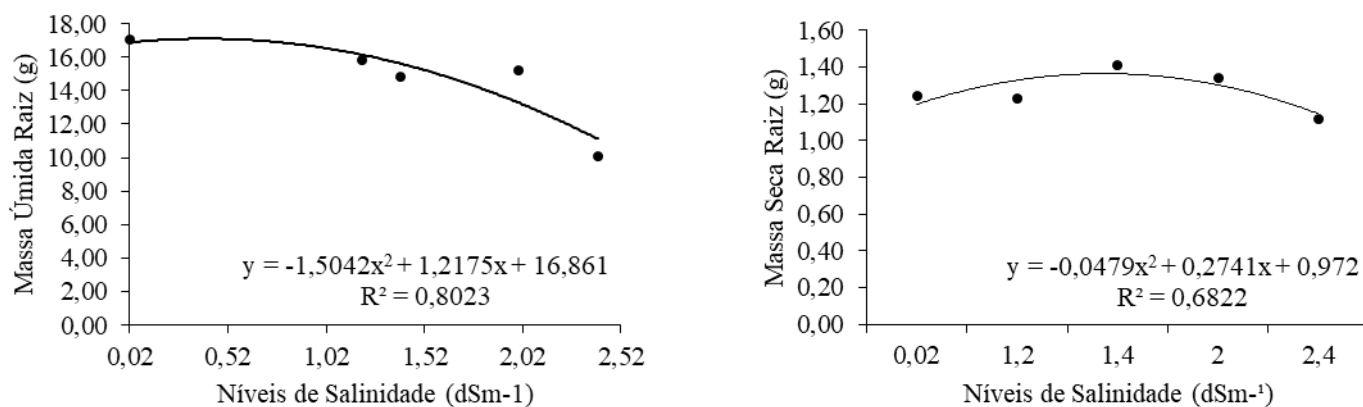


FIGURA 9. Análise de regressão para a variável massa úmida de raiz (9A) e massa seca de raiz (9B) de pepino submetidos a salinidade em associação com o fungo *Trichoderma harzianum*. Serra Talhada-PE, 2019.

Observa-se na Figura 9 que comportamento da curva da massa da raiz úmida (9.A), apresentou maior valor na testemunha, ocorrendo uma redução do peso com o aumento da condutividade elétrica da água, essa característica acontece devido à presença de sais na solução do solo acarretando em uma diminuição do potencial hídrico externo (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Dessa forma, a adição de sais solúveis na solução do solo, aumenta a pressão osmótica, podendo atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, assim, a planta não irá absorver água. Esse fator também pode ser explicado pelos tratamentos com salinidades terem apresentado diâmetros de raízes maiores do que a testemunha, de modo que as raízes com menor espessura possuem maior eficiência na absorção de água.

A massa seca da raiz (9.B) apresentou um comportamento inverso à massa úmida, onde mesmo com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação houve um incremento da biomassa até o nível de $1,4\text{dSm}^{-1}$ e a partir desse ponto ocorreu decréscimo da mesma, essa característica pode ser explicada pelo maior acúmulo de sais proporcionado pela água de irrigação. Segundo Willadino et al., (2011) o baixo crescimento e produção de fitomassa pelas plantas glicófitas em geral, inclusive o pepino, em ambiente salino tem como resposta o desequilíbrio nutricional e toxicidade, que resultam em perdas de respiração, expansão radicular, absorção de água e fixação de CO_2 . Entretanto essa consequência pode ter sido atenuada decorrente aos efeitos benéficos que ocorrem nas interações da planta com o

Trichoderma sp., de modo que ao colonizar as superfícies de raízes são produzidas enzimas que causam mudanças no metabolismo de plantas, de modo a promover o estímulo aos mecanismos de defesa das plantas, o aumento da disponibilidade de nutrientes e a tolerância ao estresse.

A Figura 10 apresenta o comportamento das curvas da área superficial da raiz (10.A) e o diâmetro ponderado da raiz (10.B) em função aos diferentes níveis de salinidade. Ambas variáveis apresentam comportamentos semelhantes quando submetidas aos tratamentos em questão.

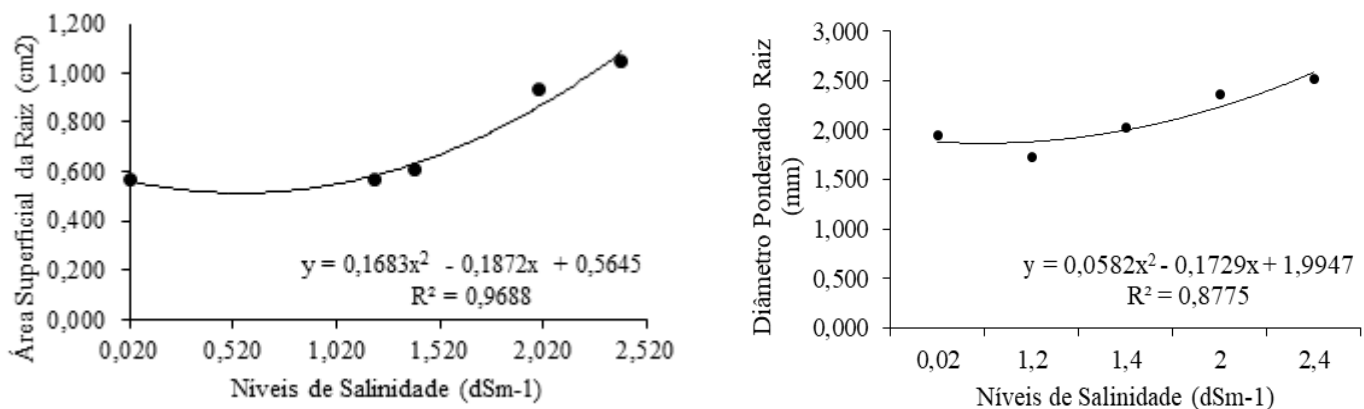


FIGURA 10. Análise de regressão para as variáveis área superficial da raiz (cm²) (10.A) e diâmetro ponderado da raiz (mm) (10.B) de pepino submetidos a salinidade em associação com o fungo *Trichoderma harzianum*. Serra Talhada-PE, 2019.

Observando a mesma figura as figuras de área superficial e diâmetro ponderado da raiz, ambos exibem um comportamento semelhante, onde há um crescimento da raiz nessas variáveis com o aumento da salinidade. Esse crescimento ocorreu devido à interação da planta-microrganismo, o qual influenciou diretamente promovendo um maior desenvolvimento da mesma.

Na Figura 11 são apresentados as figuras dos dados biométricos dos frutos em cada nível de salinidade da água de irrigação.

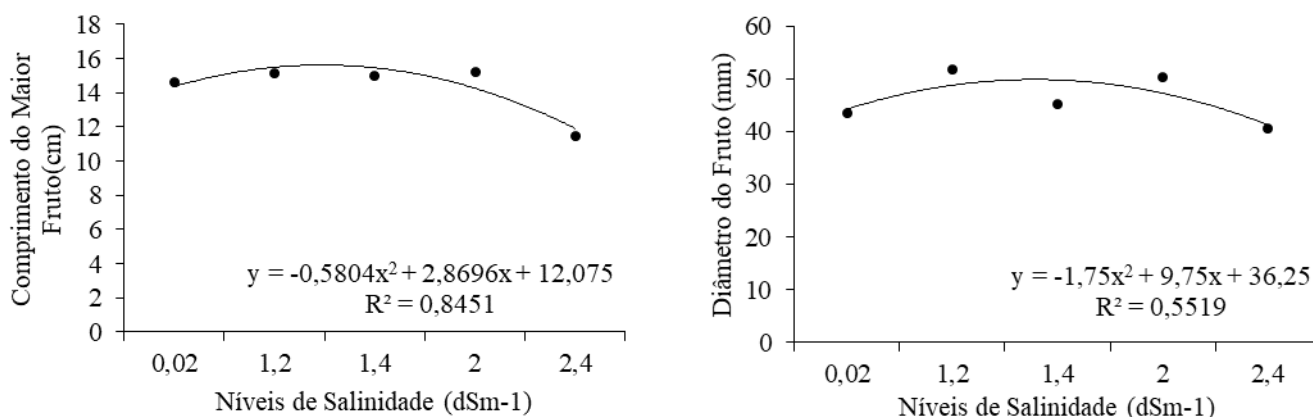


FIGURA 11. Análise de regressão para as variáveis comprimento do maior fruto (cm) (11A) e diâmetro de fruto (11B) de pepino submetidos a salinidade em associação com o fungo *Trichoderma harzianum*. Serra Talhada-PE, 2019.

Quando analisado os dados de comprimento (11.A) e diâmetro do fruto maior (11.B), nota-se que o tratamento que foi irrigado com água no nível de 2,4 dSm⁻¹ apresentou menor valor para as duas variáveis com valores de 11,5cm e 40,5 cm respectivamente, os outros tratamentos apresentaram valores próximos com relação a essas duas variáveis, embora o tratamento com salinidade de 2,4 dSm⁻¹ tenha influenciado nos menores valores, o fruto encontra-se dentro dos padrões do mercado que são 15 cm de comprimento e 5 a 6 cm de diâmetro (EMBRAPA, 2013).

Observando a Figura 12, verificamos o comportamento das variáveis biométricas que foram coletadas ao longo do experimento, onde foram feitas cinco leituras, sendo a primeira realizada antes da aplicação do fungo (*Trichoderma harzianum*). Quando verificamos os resultados referentes ao número de folhas (12.A), observamos que o comportamento entre todos os tratamentos foi semelhante, mesmo não diferindo estatisticamente entre si.

Mas vale salientar que a cultura do pepino é classificada como moderadamente sensível a salinidade (MAAS, 1984), onde segundo Gomes et al. (2005), a salinidade afeta muitos aspectos do metabolismo da planta como reduções na transpiração, fotossíntese, translocação, respiração, desequilíbrio iônico e ou hídrico, assim como efeitos tóxicos de íons Na⁺ e Cl⁻.

A variável comprimento de haste principal (12.C) apresentou a mesma tendência para todos os tratamentos, verificando-se assim a pouca influência do fungo (*Trichoderma harzianum*) entre os tratamentos aplicados.

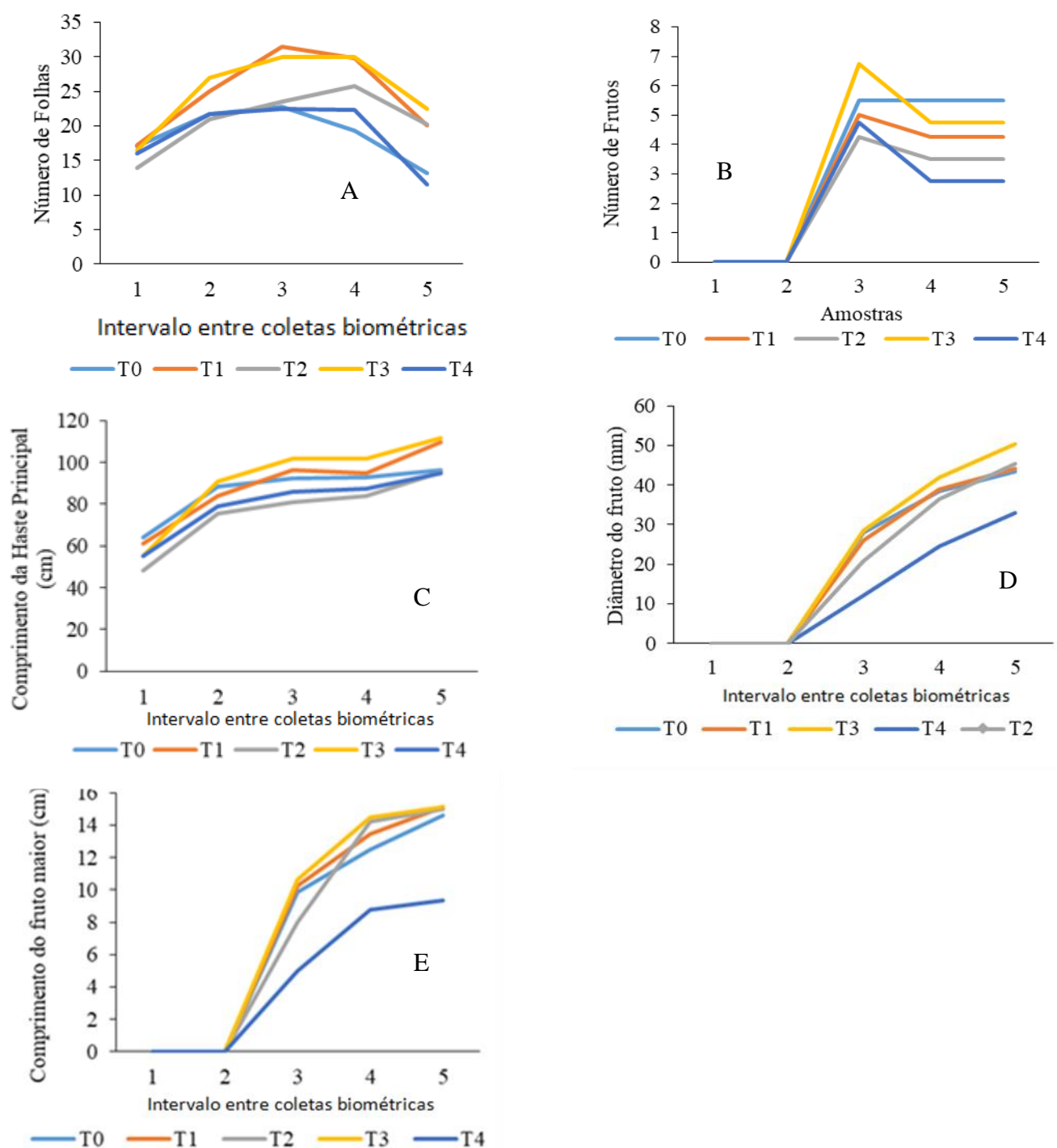


FIGURA 12. Acompanhamento biométrico: número de folhas (A), número de frutos (B), comprimento da haste principal (C), diâmetro do fruto (D) e comprimento do fruto maior (E) da cultura do pepino (*Cucumis sativus*), submetida a diferentes níveis de salinidade em associação com o fungo *Trichoderma harzianum*, ao longo do ciclo. Serra Talhada-PE, 2019.

O aparecimento de frutos na cultura do pepino foi verificado apenas na terceira amostra realizada, observando-se uma menor produção de frutos no tratamento T4 o que

apresentava maior nível de salinidade, tendo os demais apresentando o mesmo comportamento ao longo do ciclo, sendo que o T0 o que apresentou os maiores valores em relação aos demais. Corroborando com Papadopulos (1994), que afirma que plantas de pepino bem nutridas e com baixos níveis de salinidade, apresentam caule grosso, folhas grandes e verde-escuras e grande número de frutos com crescimento rápido.

Verificando os gráficos 12.D e 12.E observa-se que o tratamento T4 comportou-se de forma distinta dos demais, apresentando em ambos os casos os menores valores em relação as características dos frutos. Dessa forma não sendo identificado o efeito direto do fungo na diminuição dos efeitos da salinidade na cultura do pepino. Essa resposta pode está relacionada a resposta das plantas à salinidade que é um fenômeno complexo, envolvendo alterações morfológicas e de crescimento, além de processos fisiológicos e bioquímicos (Fougère et al., 1991), dessa forma, refletindo diretamente na qualidade dos frutos, o que pode comprometer a sua produção para venda comercial. Contudo, o tratamento T3 (2,0 dSm⁻¹) obteve resultado semelhante aos demais, não sendo encontrada diferença significativa entre os tratamentos, o que pode justificar uma ação mais eficiente do fungo no controle da salinidade, bem como um nível de salinidade tolerável pela cultura do pepino, tendo em vista que ela é uma planta considerada de media a baixa tolerância a salinidade da água.

6. CONCLUSÕES

Concluiu-se ainda que as variáveis biométricas foram influenciadas diretamente pela interação da salinidade e fungo e que os tratamentos salinos com o produto a base de *Trichoderma harzianum* revelaram respostas positivas à salinidade. No entanto, por se tratar de um produto para outras finalidades, devem-se levar em consideração algumas medidas de controle, como o manejo de irrigação adequando, levando em consideração a adição de sais no solo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHA, B.; YOHANNES, G. The role of seed priming in improving seedling growth of maize (*Zea mays* L.) under salt stress at field conditions. **Agricultures Sciences**, v. 4, n.12, p.666-672, 2013.
- ALBUQUERQUE, J.R.T.; et al. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de pepino sob estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.10, n.2, p. 486 - 495, 2016.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. . (FAO – **Irrigation and Drainage Paper, 56**). Rome: FAO, 1998. 300 p
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, E.F.F.; BASTOS, E.A.; MELO, F.B.; LEAL, C.M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.10, n.4, pp.873-880, 2006.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura. 2.ed.** Campina Grande: UFPB. 153p. 1999.
- CARDOSO, A.I.I. Avaliação de cultivares de pepino tipo caipira sob ambiente protegido em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v.61, p.43-48, 2002.
- CAVALCANTE, L.F.; et al. **Maracujá-amarelo e salinidade.** In: CAVALCANTE, L.F.; LIMA, E.M. (Eds.). Algumas frutíferas tropicais e a salinidade. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 91-114.
- CEFS - COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco.** Cavalcanti, J.A. et al. (eds): 2ª Aproximação. IPA, Recife, 211 p. 2008.
- CIVITA V. **Guia Rural Horta.** Editora Abril. 150p. 1990.
- DIAS, N.D.; BLANCO, F.F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.; LACERDA, C.F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade.** p. 129-140, 2010.
- EMBRAPA - EMBRAPA HORTALIÇAS 2013. **A cultura do pepino.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/956387/a-cultura-do-pepino>>
- EMBRAPA HORTALIÇAS 2010. SEBRAE. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças.** Disponível em <<http://www.sebrae.com.br/setor/horticultura>> acesso em 20 de 19 de novembro de 2018.
- Epstein, E.; Bloom, A. J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas.** 2.ed. Londrina: Planta, 403p. 2006.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 421 p. 2008.

FOUGÈRE, F.; Le RUDULIER, D.; STREETER, J.G. Effects of salt stress on amino acids, organic acids and carbohydrate composition of roots, bacteroids and cytosol of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Plant Physiol.*, 96:1228-1236, 1991.

GOMES, E.W.F. Variedades de bananeira tratadas com água salinizada em fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 31-36, 2005. Suplemento.

GRIMES, D.W.; CARTER, L.M.A. linear rule for direct nondestructive leaf área measurements. **Agronomy Journal**, v.3, n.61, p.477-479, 1969.

HASANUZZAMAN, M.; et al. Potential use of halophytes to remediate saline soils. *BioMed Research International*, v.2014, p. 1-12, 2014.

HORTIBRASIL. <http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/pepino/pepino.html>. Acesso em: 27 de agosto de 2018.

KHOSHMANZAR, E.N et al. Effects of Trichoderma isolates on tomato growth and inducing its tolerance to water-deficit stress. **Int. J. Environ. Sci. Technol.**, p 1-1-10 2019.

LACERDA, C.F.; et al. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, Paris, v.49, n.2, p.107-20, 2003.

LAMEPE/ITEP. Informações climáticas do Estado de Pernambuco. Disponível em: <http://www.itep.br/LAMEPE.asp>. Acesso em 17 de agosto de 2018.

LÚCIO, W.S.DA; et al. Crescimento e respostas fisiológicas do meloeiro inoculado com fungos micorrízicos arbusculares sob estresse salino. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 34, n. 4, p. 1587-1602, 2013.

MAAS, E. V. **Salt tolerance of plants**. In: CHRISTIE, B.R. (ed) The handbook of plant science in agriculture. Boca Raton, Florida. CRC Press, 1984.

MEDEIROS, J.F. DE; et al. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, P.R.F.; DUARTE, S.N.; DIAS, C.T.S. Tolerância da cultura do pepino à salinidade em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 406-410, 2009.

MEHROTRA, V.S. Mycorrhiza: A premier biological tool for managing soil fertility. In: MEHROTRA, V.S. Mycorrhiza: Role and applications. New Delhi: Allied Publishers Private Limited, 359p. 2005.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant and Cell Environment*, Logan, v.25, n.2, p.239-50, 2002.

NASCIMENTO, C.W.A.; ACCIOLY, A.M.A.; BIONDI, C. M. Fitoextração de metais pesados em solos contaminados: Avanços e perspectivas. In: RIBEIRO, M. R. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.6. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 461-497. 2009.

OLIVEIRA, F. A.; et al. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, à salinidade da água de irrigação. **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 147-154, 2014.

OLIVEIRA, F.A.; et al. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.771-777, 2011.

OLIVEIRA, F.A.; et al. Desenvolvimento inicial de cultivares de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino. **Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 2, p. 222-229, 2014.

OUSLEY, MA; LYNCH, JM; WHIPPS, JM 1994. Potential of Trichoderma spp. as consistente plant growth stimulators. **Biology and Fertility of Soils** 17: 85-90.

PAPADOPOULOS, A.P. Growing greenhouse seedless cucumber in soil and in soilless media. **Agriculture and Agri-Food Canada**. Publication 1994. 126p.

QADIR, M.; OSTER, J.D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A.D.; SAHRAWAT, K.L. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. *Advances in Agronomy*, v.96, p.197-247, 2007.

RAWAT, L.; SINGH, Y.; SHUKLA, N.; KUMAR, J. Alleviation of the adverse effects of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) by seed biopriming with salinity tolerant isolates of *Trichoderma harzianum*. **Journal of Plant Pathology**, v.94, n.2, p.353-365, 2012.

RESENDE, P.M., ISOLADOS DE *Trichoderma* spp. OBTIDOS DE RAÍZES DE GUANANDI (*Calophyllum brasiliense* Camb.) PARA PROMOÇÃO DO SEU CRESCIMENTO IN VITRO. **Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)** - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde, p. 16. 2013.

SÁ, F.V.S.; et al. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1047-1054, 2013.

SAGHAFI, D.; GHORBANPOUR, M.; LAJAYER, B.A. Efficiency of Rhizobium strains as Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Morpho-Physiological Properties of *Brassica napus*

L. Under Salinity Stress. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.18, n1, p.251-263, 2018.

SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; MIGUEL, D.S. Respostas de plantas de pepino à salinidade da água de irrigação. **Global Science Technology**, n.3, p.94-102, 2010.

SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; MIGUEL, D.S. Respostas de plantas de pepino à salinidade da água de irrigação. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 3, p.94-102, 2010.

SILVA, E.F.; et al. Qualidade de mudas de pepino produzidas em substratos à base de esterco ovino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 93-99, 2014.

STUMPF M. Pepino (Cucumis sativus). In: Faz Fácil. Disponível em: **<http://www.fazfacil.com.br/jardim/pepino/>** Acesso em 25 de agosto de 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5.ed. 918p. 2013.

WEEDEN, C.R; SHELTON, A.M; HOFFMAN, M.P. Biological control: a guide to natural enemies in North America, 2008.

WILLADINO, L.; et al. Efeito do estresse salino em genótipos tetraplóides de bananeira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 53-59, 2011.

YESILYURT, A.M.; PEHLIVAN, N.; DURMUS, N.; SENGUL KARAOGLU, A.K. Trichoderma citrinoviride: A Potent Biopriming Agent for the Alleviation of Salt Stress in Maize. **Hacettepe J. Biol. & Chem.**, v. 46, n.1, p.101–111, 2018.