

Uso de *Trichoderma* spp e estresse salino na produção de mudas de melancia

Use of Trichoderma spp and saline stress in the production of watermelon seedlings

Genilson Lima Diniz¹, Caciana Cavalcanti Costa², Valéria Fernandes de Oliveira Sousa³,
Kilson Pinheiro Lopes⁴, Marinês Pereira Bomfim⁵, João Batista dos Santos⁶

RESUMO: O uso de fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* tem grande importância para a agricultura, promovendo crescimento vegetativo e radicular, assim como também o acréscimo de clorofila e da área foliar resultando no incremento produtivo. A melancia, que é uma hortaliça-fruto de relevância para o comércio brasileiro, é bastante explorada em áreas semiáridas, com irregularidade de chuvas e escassez de água de boa qualidade os quais contribuem para o uso de água salina na irrigação, fator limitante para a produção de várias olerícolas. Por isso, objetivou-se avaliar a influência de *Trichoderma* spp. no desenvolvimento de mudas de melancia irrigadas com água salina. O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal (PB), em casa de vegetação. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2 x 5, quatro cultivares de melancia (Crimson sweet, Crimson Select Plus, Fair Fax e Charleston gray), duas espécies de *Trichoderma* (*T. harzianum* e *T. longibrachiatum*) e cinco concentrações salinas (0,3; 1,3; 2,3; 3,3; 4,3 dSm⁻¹) com 4 repetições. As variáveis analisadas foram: fenológicas, pigmentos fotossintéticos, massa fresca e seca total e índice de tolerância da salinidade. O uso de água salina acima de 0,3 dS m⁻¹ promove redução no crescimento e biomassa de mudas de melancia em todas as cultivares estudadas. Entretanto, a utilização do *T. longibrachiatum* foi mais atenuante ao efeito deletério do estresse salino em relação ao *T. harzianum* nas cultivares Fair Fax e Crimson Sweet, quanto ao índice de tolerância a salinidade.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*. Ambiente salino. Promotor de crescimento. Seleção de cultivares.

ABSTRACT: The use of fungi of the genus *Trichoderma* is highly relevant for agriculture due to vegetative, root growth, increase in chlorophyll and leaf area with increasing productivity. The watermelon, a highly important fruit in Brazilian trade, is grown in semiarid areas featuring irregular rainfall and lack of good quality water. Saline water is used for irrigation, which is a limiting factor for the production of several olericulture products. Current research evaluates the influence of *Trichoderma* spp. in the development of watermelon seedlings irrigated with saline water. Experiment was conducted at the Universidade Federal de Campina Grande, at the Center for Sciences and Agriculture-Food Technology, Pombal PB Brazil, in a vegetable house. Treatments were distributed in a randomized block design, with factorial scheme 4 x 2 x 5, four cultivars of watermelon (Crimson sweet, Crimson Select Plus, Fair Fax and Charleston gray), two species of *Trichoderma* (*T. harzianum* and *T. longibrachiatum*) and five saline concentrations (0.3; 1.3; 2.3; 3.3; 4.3 dSm⁻¹) with 4 replications. Analyzed variables comprised phenology, photosynthetic hues, total fresh and dry mass and saline tolerance index. Saline water higher than 0.3 dS m⁻¹ reduced growth and biomass of watermelon seedlings in all cultivars. However, *T. longibrachiatum* coped better to the deleterious effect of saline stress when compared to *T. harzianum* in cultivars Fair Fax and Crimson Sweet, when tolerance and salinity index are taken into account.

¹ Mestre em Horticultura Tropical pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia (PB), Brasil.

² Doutora em Agronomia pela UNESP. Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal (PB), Brasil.

³ Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia (PB), Brasil.

⁴ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal (PB), Brasil.

⁵ Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), São Paulo (SP), Brasil.

⁶ Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande (PB), Brasil.

Keywords: *Citrullus lanatus*. Saline environment. Growth promoter. Selection of cultivars.

Autor correspondente:
Genilson Lima Diniz: *genilsondiniz02@gmail.com*

Recebido em: 12/03/2021
Aceito em: 08/04/2021

INTRODUÇÃO

A região Nordeste apresenta condições favoráveis de solo e de clima para o cultivo de algumas olerícolas, dentre elas destaca-se o cultivo da melancia que sob condições de irrigação pode ser produzida durante todo o ano. No entanto, quando há uma maior demanda de água, os produtores buscam fontes hídricas disponíveis na região, e que em alguns casos acarretam diferentes níveis de salinidade na água de irrigação, interferindo negativamente na produção (COSTA *et al.*, 2013).

Estudos relatam que os níveis de salinidade da água sobre as plantas provocam efeitos de natureza osmótica, tóxica e nutricional (FURTADO *et al.*, 2012). Portanto, na região semiárida brasileira a utilização de águas com alta concentração de sais, sobretudo de sódio, é muito comum, e isso tem comprometido a qualidade do solo afetando a produtividade da maioria das culturas e o agronegócio (NEVES *et al.*, 2009).

No Brasil, destacam-se como principais produtores de melancia os Estados do Rio Grande do Sul, Goiás, São Paulo, Ceará, Tocantins e Rio Grande do Norte (AGRIANUAL, 2015), sendo que os Estados do Nordeste apresentaram bons índices de produtividades destacando a participação do Rio Grande do Norte (41.073 t ano⁻¹) seguido do Piauí (37.141 t ano⁻¹) (IBGE, 2017). Na Paraíba, a melancia é cultivada em todas as microrregiões do Estado, registrando em 2017 uma produção de 3.530 toneladas de frutos, sendo a região do sertão paraibano responsável por 38,24%, expressando quase a metade da produção estadual (IBGE, 2017).

Levando em consideração os bons índices apresentados pela produtividade da cultura da melancia, o estudo de cultivares de hortaliças tolerantes a salinidade vem aumentando e se tornando uma alternativa viável para o convívio das espécies com os estresses abióticos, como a salinidade da água em regiões semiáridas. Tendo em vista que a tolerância das culturas com a salinidade é variável, considerando os genótipos e suas fases de desenvolvimento, e intensidade do estresse (BRITO *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Aliado ao uso de cultivares resistentes às condições de estresses abióticos, destacam-se algumas práticas alternativas como a utilização de micro-organismos benéficos como algumas espécies do gênero *Trichoderma*, caracterizados como fungos filamentosos de vida livre, comuns no solo e em ecossistemas radiculares, com alta capacidade reprodutiva, rápido crescimento, habilidade de sobreviver em condições desfavoráveis, ótima eficiência na utilização de nutrientes, habilidade em promover o crescimento vegetal e ativar seus mecanismos de defesa (KUMAR *et al.*, 2017). Sendo assim, o presente estudo visou avaliar a

influência de *Trichoderma* spp. no desenvolvimento de mudas de melancia irrigadas com água salina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido do período de 15 de agosto a 15 de setembro de 2017 em ambiente de casa de vegetação nas dependências da Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, no município de Pombal (PB), localizado geograficamente na latitude 06° 46' 13'' S e longitude 37° 48' 06'' W, com altitude de 184 metros. A casa de vegetação possuía dimensões de 24,0 m de comprimento, 8,0 m de largura, pé direito 3,5m, coberta com filme difusor 120 micras com AUV,

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2 x 5, quatro cultivares de melancia (Crimson sweet, Crimson Select Plus, Fair Fax e Charleston gray), duas espécies de *Trichoderma* (*T. harzianum* e *T. longibrachiatum*) e cinco concentrações salinas (0,3; 1,3; 2,3; 3,3; 4,3 dSm⁻¹ CE), com 4 repetições, totalizando 160 unidades experimentais, sendo cada parcela constituída por dois exemplares. Os *Trichoderma* spp foram cedidos pela empresa BIOFUNGI - Controle Biológico, Eunápolis (BA).

O solo foi coletado na Universidade Federal de Campina Grande, sendo utilizado o substrato comercial Basaplant®, em que ambos foram submetidos à autoclavagem com pressão de 1 atm durante 1 hora e posteriormente analisados conforme demonstram as características químicas e físicas na Tabela 1. Foram distribuídas duas sementes em recipientes de polipropileno de cor preta com volume de 350 ml, preenchidos com uma mistura de solo e substrato comercial na proporção 2:1 (v:v).

Tabela 1. Características químicas e físicas dos componentes do solo e substrato usados no cultivo da melancia. Pombal, UFCG, 2017

	Características Químicas											
	pH H ₂ O 1:2,5	C.E dS m ⁻¹ 1:5	P Mg dm ⁻³	K	Na	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg	Al	H+Al	SB cmol _c dm ⁻³	(T)	MO g kg ⁻¹
Solo	6,50	0,32	16	1,39	0,61	2,70	2,50	0,00	0,32	7,20	8,2	16
SBT	5,80	1,41	315	1,19	6,6	15,6	9,5	0,00	6,6	142,2	33,0	8,25
	Características Físicas							Porosidade Total m ³ m ⁻³	Classe Textural			
	Areia	Silte g k ⁻¹	Argila	Densidade Aparente g cm ⁻³	Densidade Real							
Solo	734	176	90	1,42	2,68			0,47	Franco Arenoso			
SBT	-	-	-	-	0,57			0,88	-			

Nota: pH = potencial hidrogênico; CE = condutividade elétrica; P = fósforo; K = potássio; Na = sódio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Al = alumínio; H+Al = acidez potencial; SB = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions total; M.O = matéria orgânica; SBT = substrato.

Os recipientes apresentavam capacidade de 350 ml com material plástico, e que foram utilizados na produção das mudas sendo perfurados com auxílio de um arame galvanizado mole com 4,19mm tendo sido esquentado ao fogo para facilitar a perfuração, foram realizados 3 furos na parte inferior, para permitir uma livre drenagem do excesso de água. As sementes foram semeadas a uma profundidade de 2 cm. As soluções salinas foram preparadas de acordo com o nível salino, por meio da adição de cloreto de sódio (NaCl) à água de abastecimento em que a quantidade (Q) foi estipulada pela equação de Rhoades *et al.* (2000), sendo $Q \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = \text{CEa} \times 640$, em que CEa (dS m^{-1}) representa o valor desejado da condutividade elétrica da água. Após o preparo das soluções, as mesmas foram aferidas por um condutímetro portátil de marca TECNOPON, e foram armazenadas em recipientes de 20 L, que permaneceram lacrados após a utilização para evitar a evaporação e a contaminação.

O tratamento salino foi iniciado após a semeadura aplicando-se diariamente as concentrações salinas até o término do ensaio aos 30 dias após a semeadura (DAS), a aplicação do *Trichoderma* spp foi realizada a partir da semeadura, utilizando uma concentração de 2×10^8 UFC em cada recipiente, sendo o mesmo aplicado no substrato de forma padronizada com auxílio de uma espátula, em intervalos de 7 dias de uma aplicação para outra, totalizando assim 5 aplicações até completar 30 DAS.

Aos 7 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste deixando apenas uma plântula. As irrigações foram realizadas diariamente de acordo com os níveis salinos mantendo-se o substrato próximo à capacidade de campo.

As variáveis avaliadas aos 30 DAS foram: altura das plantas (AP), medida com o uso de régua graduada pela distância entre o colo e o ápice da planta; diâmetro do caule (DC) com auxílio de um paquímetro; número de folhas a partir da contagem das folhas completamente expandidas (NF); área foliar (AF) aferindo-se a largura das folhas por meio da equação 1: $AF = \text{Cnp} \times \text{Lm} \times 0,70$; em que AF = área foliar; Cnp = comprimento da nervura principal; e Lm = largura máxima da folha, índice este proposto para Cucurbitáceas (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2015).

Foram avaliados os teores dos pigmentos foliares, que são as clorofilas *a*, *b* e os carotenoides. De cada planta foram retiradas folhas sendo a 2ª e a 3ª do ápice para a base completamente expandida, aproximadamente oito discos, que imediatamente foram acondicionados em papel alumínio e colocados em um freezer a -18° até a análise. O método para extração dos pigmentos foliares foi de clorofila 80%, conforme proposto por Lichtenthaler (1987), foram pesados cerca de 200 mg ou 8 cm^2 de tecidos foliares e colocados em um almofariz, adicionando-se 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO_3) diretamente na amostra. Após a maceração foi realizada a filtragem da solução usando papel de filtro, em seguida esse papel foi lavado com 4 mL de acetona 80% e o volume ajustado para 25 mL em um balão volumétrico com acetona 80%. A quantificação dos pigmentos foliares foi

determinada por espectrofotometria, sendo as leituras de absorvância realizadas a 470, 646 e 663 nm para os pigmentos de clorofila a, b e carotenoides, respectivamente. Os resultados foram expressos em g m^{-2} .

Também foi avaliada massa fresca total pela pesagem das partes das plantas após a colheita, a seguir as partes das plantas: raízes e parte aéreas foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, até obter massa constante, para determinação da massa seca total (MST).

Com os dados de massa seca total, foram calculadas as percentagens particionadas entre os órgãos vegetativos e o índice de tolerância à salinidade, comparando-se os dados dos tratamentos salinos com os do controle ($\text{CEa} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$), usando-se a equação de Araújo *et al.* (2016): $\text{IT} (\%) = (\text{Produção de MST no tratamento salino} / \text{Produção de MST no tratamento controle} \times 100)$.

Os dados referentes às variáveis mensuradas foram submetidos ao teste F a 0,05% e 0,01% de significância, para a realização de análise de variância. Quando houve diferença significativa dos tratamentos, as médias das variáveis foram submetidas ao teste de Tukey 5%, para as cultivares e espécies de *Trichoderma spp* e por Regressão Polinomial para os níveis salinos, testando os modelos matemáticos, linear e quadrático. As análises estatísticas foram realizadas no *software* SISVAR Versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de melancia aos 30 dias após a semeadura (DAS) apresentaram efeito significativo dos tratamentos de forma isolada para cultivares para a altura e número de folhas (Tabela 2), constatou-se que a cultivar Charleston Gray foi superior estatisticamente na altura em relação às cultivares Crimson Select Plus (13,12%) e Fair Fax (14,1%). No número de folhas verificou-se que as cultivares Charleston Gray e Fair Fax se destacaram com maiores valores, em relação às demais cultivares.

Tabela 2. Altura da planta (AP) e número de folhas (NF) em cultivares de melancia. (Height of the plant (AP) and number of leaves (NF) in watermelon cultivars). UFCG/CCTA, Pombal (PB), 2017

Cultivares	AP (30 DAS)	NF (30 DAS)
Crimson Sweet	25,46ab	3,85b
Crimson Select Plus	23,83b	4,00b
Fair Fax	23,56b	4,92a
Charleston Gray	27,43a	5,31a
DMS	3,23	0,49
CV (%)	22,10	18,57

*CV (Coeficiente de variação) e DMS (Diferença mínima significativa). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As mudas foram afetadas negativamente, com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, no tocante à altura da planta, em que houve comportamento linear decrescente com incremento dos níveis salinos na água de irrigação, com reduções equivalentes a 26,8 e 50,2% entre o maior (4,3 dS m⁻¹) e o menor (0,3 dS m⁻¹) nível salino (Figura 1A). Em relação ao diâmetro caulinar também foram constatadas reduções, proporcionadas pelo estresse salino em 13,2% nas plantas irrigadas com 4,3 dS m⁻¹, se comparados a 0,3 dS m⁻¹ que obtiveram diâmetros de 4,2 e 4,5 mm, respectivamente (Figura 1B).

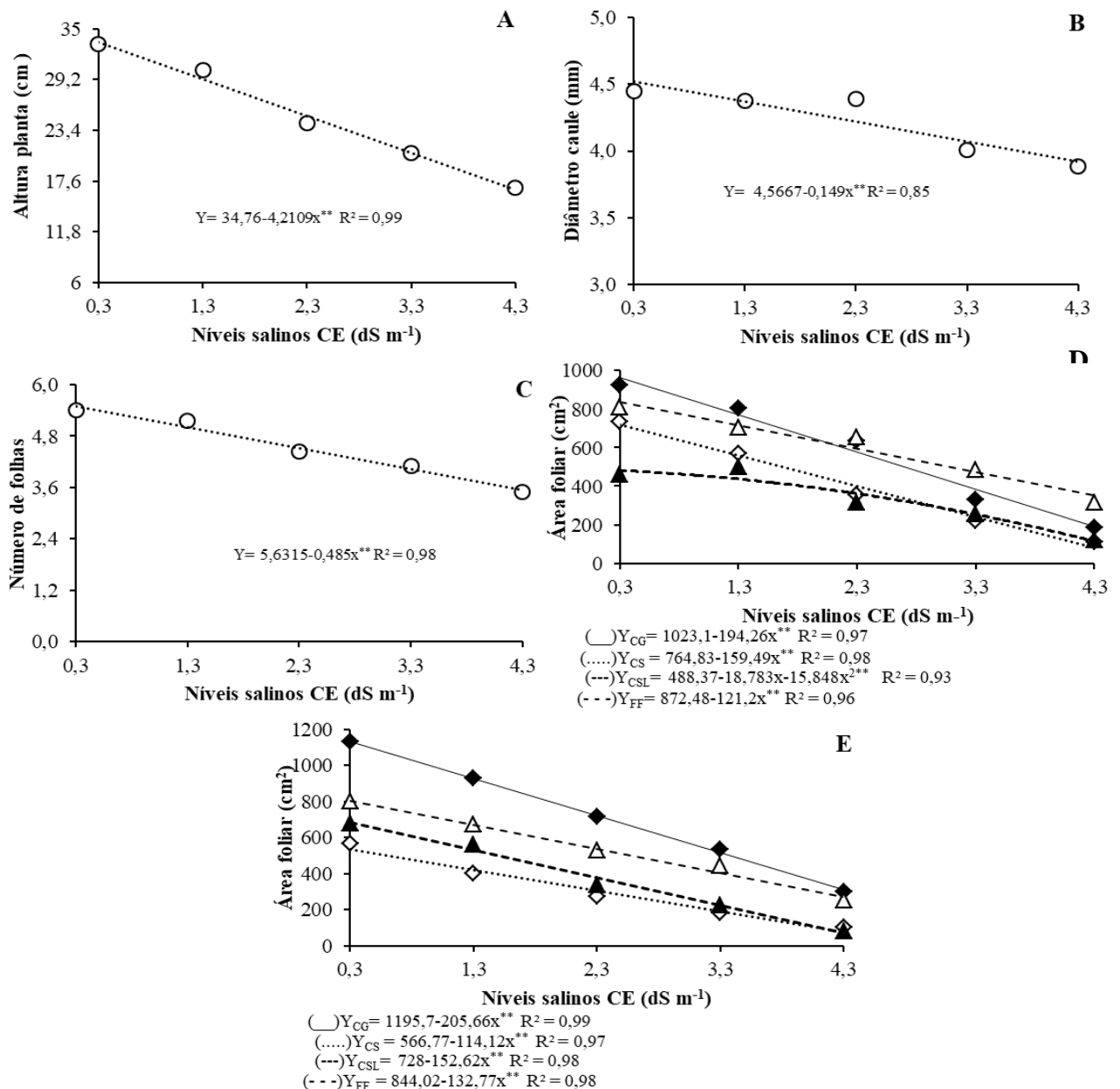


Figura 1. Altura (A), diâmetro (B), número de folhas (C) e área foliar (D e E) nas mudas de melancia, em função de cultivares: Crimson Sweet (◊), Crimson Select Plus (▲), Fair Fax (Δ) e Charleston Gray (◆), espécies *Trichoderma*: *T. harzianum* (D) e *T. longibrachiatum* (E) e níveis salinos na água de irrigação. UFCG, Pombal (PB), 2017.

As folhas mostraram-se sensíveis aos sais de sódio, reduzindo de 5,4 para 3,5 cm levando em consideração o maior e menor nível salino avaliado, notando-se, assim, atenuações de aproximadamente 35,3% (Figura 1C). Resultados similares foram encontrados por Sohrabikertabad *et al.* (2013) na produção de mudas de meloeiro submetidas a concentrações salinas de NaCl utilizando 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; e 1,0 MPA.

Segundo Torres *et al.* (2014) em razão do estresse salino as plantas reduzem o crescimento, decorrente do consumo de energia para a síntese de compostos orgânicos osmoticamente ativos e necessários aos processos de compartimentação na regulação do transporte de íons. Sendo assim, com incremento dos níveis salinos ocorre retardamento na germinação e, conseqüentemente, redução no desenvolvimento fenológico das mudas de melancia, pois o alto teor de sais no solo, especialmente o NaCl, pode inibir a germinação, em função dos efeitos osmótico e tóxico.

Houve efeito significativo da interação entre os tratamentos cultivares e *Trichoderma* spp. e salinidade para área foliar, demonstrando que todos os fatores estudados interferiram de forma conjunta no desenvolvimento foliar das mudas de melancia (Figuras 1D e 1E). Todas as cultivares foram afetadas pelo incremento da salinidade da água de irrigação, contudo o *Trichoderma longibrachiatum* (Figura 1E) apresentou efeito mais atenuante em relação ao *Trichoderma harzianum* (Figura 1D).

A utilização de *Trichoderma* spp. como atenuante às condições de estresse vem sendo analisada em estudos recentes, os quais revelam que os tratamentos com *Trichoderma* spp. reduzem o efeito negativo da condição de estresse, aumentando significativamente o número de folhas, a área foliar, a taxa fotossintética e fluorescência de clorofila (RAWAT *et al.*, 2012).

No tratamento com *Trichoderma harzianum* (Figura 1D) as cultivares Charleston Gray, Crimson Sweet, e Fair Fax declinaram linearmente 20,1; 22,2; e 14,4% com o aumento unitário dos níveis salinos na área foliar. Enquanto que a cultivar Crimson Select Plus teve sua área foliar máxima (471,39 cm²) no nível salino de 0,6 dS m⁻¹.

Comportamento próximo foi observado com a aplicação de *Trichoderma longibrachiatum* em que as cultivares Fair Fax, Charleston Gray, Crimson Sweet e Crimson Select Plus decresceram 16,5%; 18,1%; 21,4%; e 22,3% com o aumento unitário dos níveis salinos (Figura 1E). Contudo, a cultivar Fair Fax foi mais adaptada às condições salinas com menores atenuações em relação às demais, nas mudas com aplicação de ambos os *Trichoderma* spp.

O efeito do uso das espécies de *Trichoderma* spp. e salinidade da água sobre as cultivares das mudas de melancia não apresentaram surgimento de necrose e clorose no limbo foliar, porém à medida que houve incremento de sais na água de irrigação ocorreu restrição no crescimento das mudas, sendo que a aplicação do *T. longibrachiatum*

proporcionou maior desenvolvimento das mudas em comparação com o *T. harzianum* (Figura 1).

De acordo com Taiz *et al.* (2017), essa inibição no crescimento ocasionada pela salinidade se deve ao efeito osmótico, pois promove a seca fisiológica, assim como pode ocorrer o efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma. De acordo com Dias *et al.* (2011) o efeito da salinidade no crescimento depende da fase de exposição ao sal e, ainda afirmam que durante o crescimento inicial é mais nocivo que nas outras fases secundárias de crescimento.

As espécies de *Trichoderma* juntamente com as cultivares e os níveis salinos interferiram significativamente sobre o comportamento fisiológico das mudas de melanciaira constatando que a produção dos pigmentos fotossintéticos é afetada negativamente em condições de estresse. A produção de clorofila *a*, sob aplicação do *Trichoderma harzianum* (Figura 2A), declinou nas cultivares Crimson Select Plus, Charleston Gray e Fair Fax, respectivamente 4,24; 5,79; e 8,03% em cada incremento unitário na condutividade elétrica da água, em contrapartida a cultivar Crimson Sweet apresentou comportamento quadrático com ponto máximo na condutividade de 1,86 dS m⁻¹ equivalente a 7,41 mg g⁻¹ MF decaindo a partir dessa condutividade.

Enquanto que a produção de clorofila *a* (Figura 2B) apenas nas mudas da cultivar Charleston Gray com *Trichoderma longibrachiatum* se comportou com decréscimos lineares unitários de 4,56% proporcionados pela adição de sais na água de irrigação, as mudas da cultivar Crimson Sweet não apresentaram efeito significativo, e as das demais cultivares, Crimson Select Plus e Fair Fax, obtiveram ponto máximo de produção de clorofila *a*, respectivamente nos níveis salinos 1,94 e 2,16 dS m⁻¹, equivalente a 7,91 e 9,97 mg g⁻¹ de MF, esse comportamento provavelmente se deve ao efeito atenuante proporcionado pelo *Trichoderma longibrachiatum* às condições de estresse salino, visto que a produção de pigmentos fotossintéticos declinam quando a planta é submetida a condições estressantes (MELO *et al.*, 2017).

A melanciaira é moderadamente sensível à salinidade, com valor limiar segundo Ayers e Westcot (1999) de 2,2 dS m⁻¹, entretanto há variabilidade genética entre espécies. A cultivar Fair Fax, embora tenha declinado seu desenvolvimento inicial, conseguiu equilibrar a de produção de pigmentos fotossintéticos.

O acúmulo de clorofila *b* foi similarmente ao de clorofila *a*, em que constatou-se interação significativa entre os tratamentos e cultivares, níveis salinos e *Trichoderma* spp com maiores reduções no tratamento que utilizou o *Trichoderma harzianum* (Figura 2C), em que as cultivares reduziram unitariamente 5,18% (Charleston Gray), 8,44% (Crimson Sweet), 8,30% (Crimson Select Plus) e 10,61% (Fair Fax) o seu teor de clorofila *b* entre o maior e menor nível salino, à medida que no tratamento com *Trichoderma longibrachiatum* (Figura

2D) proporcionou declínio unitário de 8,61% na Charleston Gray e 5,18% na Crimson Select Plus; nesse mesmo intervalo, a cultivar Crimson Sweet não se ajustou significativamente, porém a cultivar Fair Fax demonstrou acréscimo de 24,78% entre 0,3 dS m⁻¹ e 2,61 d Sm⁻¹, decaindo a partir desse nível.

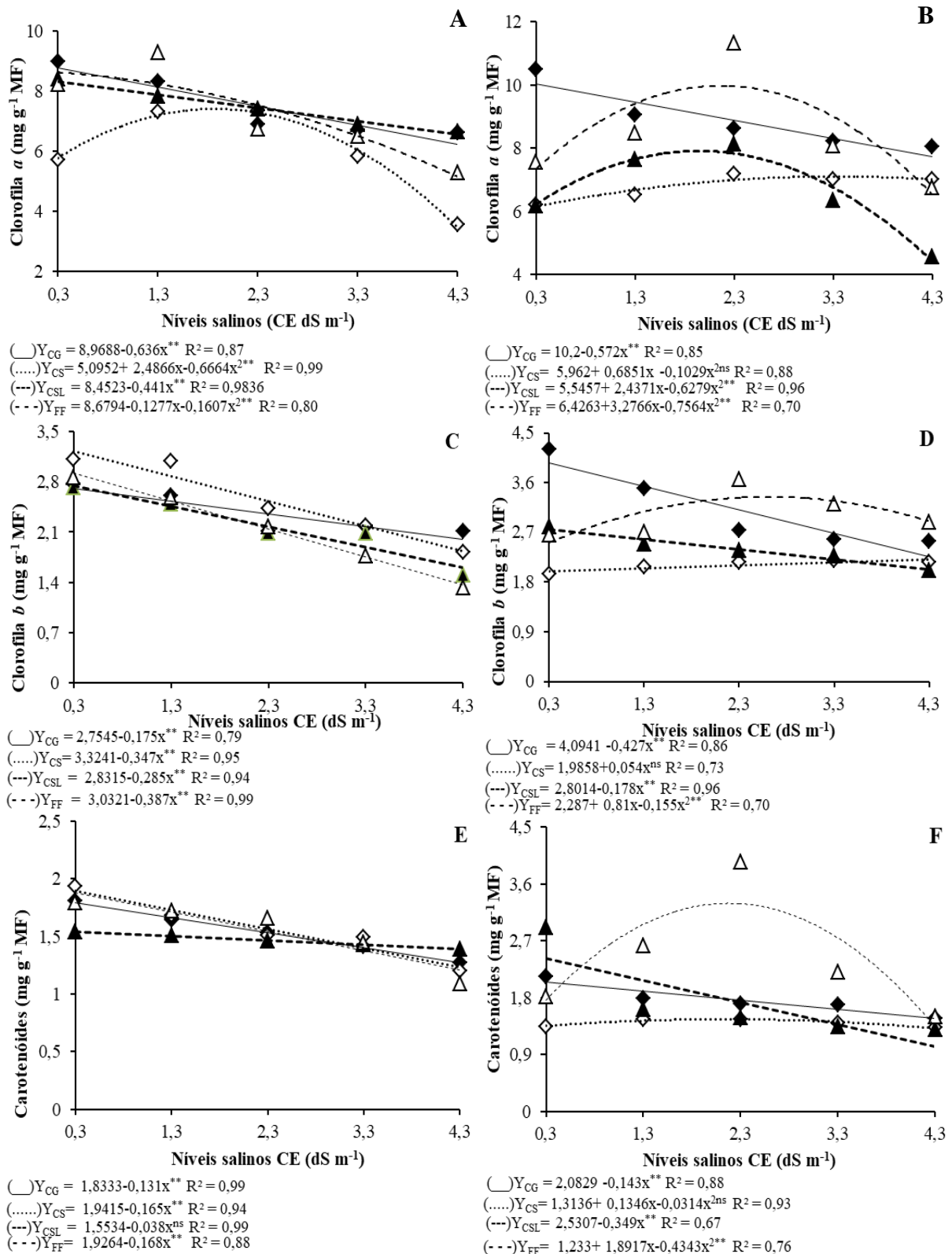


Figura 2. Clorofila a (A e B), clorofila b (C e D) e carotenóides (E e F) em mudas de melancia: Charleston Gray (◆), Crimson Sweet (◇), Crimson Select Plus (▲) e Fair Fax (Δ) em função de espécies de *Trichoderma*: *T. harzianum* (A, C e E) e *T. longibrachiatum* (B, D e F); cultivares e níveis salinos na água de irrigação. UFCG, Pombal (PB), 2017.

A produção de carotenoides assim como os demais pigmentos fotossintéticos foi influenciada significativamente pela interação dos fatores estudados na produção de mudas de melancia com aplicação de *Trichoderma harzianum* (Figura 2E): houve declínios de 29,20; 34,88; e 35,82% para as cultivares Charleston Gray, Crimson Sweet e Fair Fax, respectivamente, do nível controle ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) para o maior nível salino ($4,3 \text{ dS m}^{-1}$), ao passo que o uso do *Trichoderma longibrachiatum* proporcionou declínios para as cultivares Charleston Gray e Crimson Select Plus, enquanto que a cultivar Fair Fax teve interferência positiva com a inoculação desse *Trichoderma* spp com produção de até $3,29 \text{ mg g}^{-1}$ MF até o nível salino de $2,17 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2F), para a cultivar Crison Sweet com estes *Trichoderma* a produção máxima foi de $1,27 \text{ mg g}^{-1}$ MF no nível salino de $2,14 \text{ dS m}^{-1}$.

Apesar dos carotenoides estarem relacionados com atividade antioxidante, a qual atenua os efeitos oxidativos (ASHRAF; HARRIS, 2013), ainda assim houve reduções em seu conteúdo nas folhas com aumento da salinidade. Essa redução da pigmentação fotossintética com aumento da salinidade foi constatada também por Melo *et al.* (2017) na cultura do pimentão.

O acúmulo de massa fresca total (Figuras 3A e 3B) tem relação direta com o crescimento das mudas, uma vez que foi influenciado significativamente pela interação, das espécies de *Trichoderma* em estudo, cultivares e níveis salinos. Constatando reduções lineares com incremento dos níveis salinos na água de irrigação em ambos os *Trichoderma* sendo a cultivar Fair Fax a que apresentou as menores atenuações se comparado o maior nível salino com o controle, equivalendo a 59,03% (*Trichoderma harzianum*) e 53,98% (*T. longibrachiatum*), ainda percebe-se que em todas as cultivares houve maiores reduções no tratamento com *Trichoderma harzianum* com média de 73,31%, enquanto que no tratamento com *Trichoderma longibrachiatum* alcançou-se nesse mesmo intervalo 66,60% de danos em todas as cultivares.

A massa seca total das cultivares de melancia foi drasticamente afetada pelo aumento da salinidade na água de irrigação em ambas as inoculações com *Trichoderma*. A inoculação com *Trichoderma harzianum* proporcionou detrimento na cultivar Charleston Gray de 1,59 para 0,50 g, Crimson Sweet de 1,47 para 0,25; Crimson Select Plus de 1,33 para 0,2 g e Fair Fax de 1,87 para 0,52 g, se comparados os níveis salinos de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ até $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 3C).

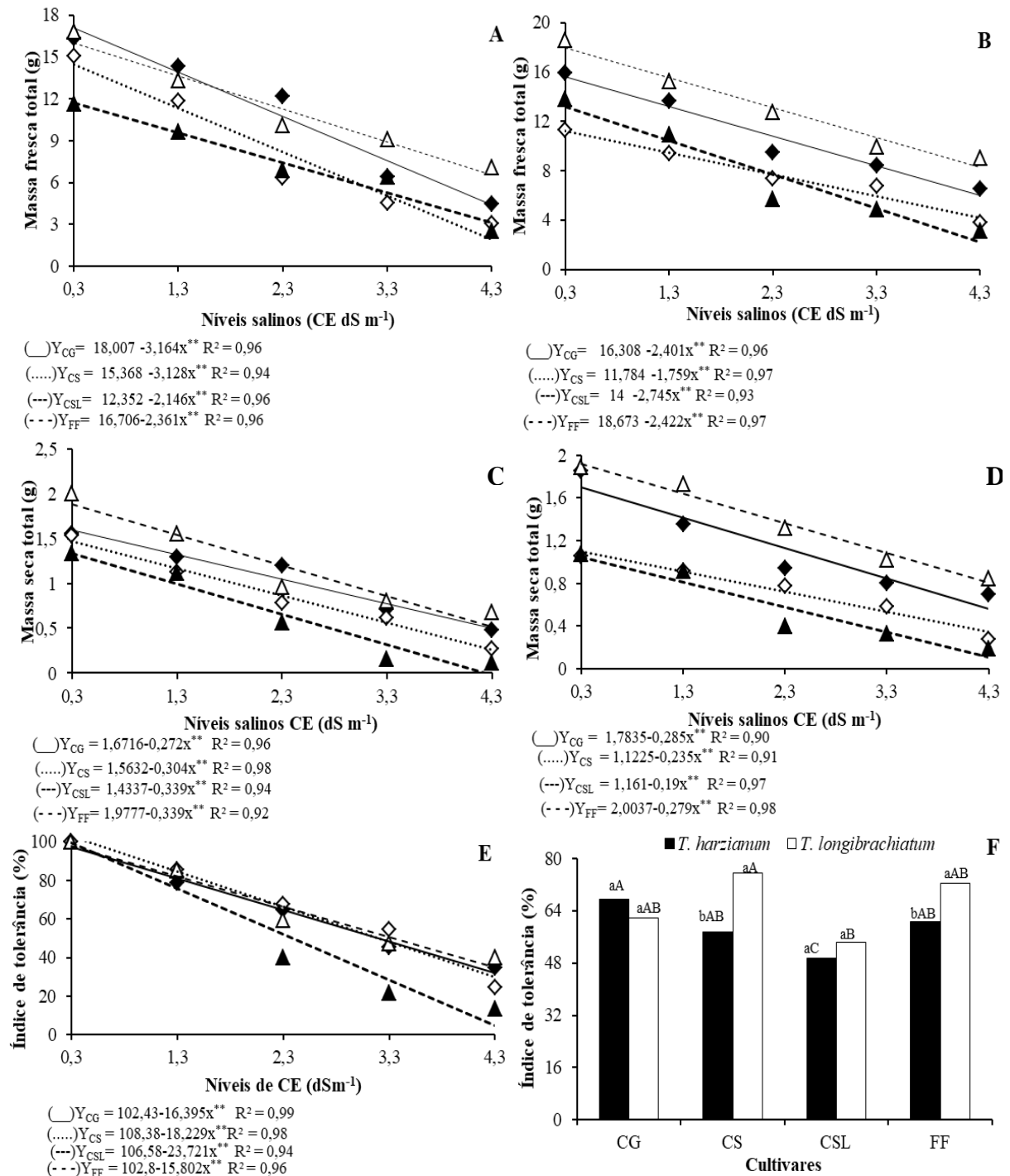


Figura 3. Massa Fresca total (A e B), massa seca total (C e D) e índice de tolerância à salinidade (E e F) em cultivares de melancia: Crimson Sweet (\diamond), Crimson Select Plus (\blacktriangle), Fair Fax (Δ) e Charleston Gray (\blacklozenge), submetidas a diferentes *Trichoderma*: *T. harzianum* (A) e *T. longibrachiatum* (B) e níveis salinos na água de irrigação. As letras sobre as barras indicam diferenças significativas testadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), sendo as letras minúsculas relacionadas aos *Trichoderma* spp e as maiúsculas às cultivares. UFCEG, Pombal (PB), 2017.

Contudo, o *Trichoderma longibrachiatum* proporcionou nesses mesmos níveis declínios na cultivar Charleston Gray de 1,69 para 0,55 g, Crimson Sweet de 1,02 para 0,11 g, Crimson Select 1,10 para 0,34 g e Fair Fax de 1,92 para 0,80 g (Figura 3D).

Na planta, uma das características de efeito do estresse salino, segundo Carmo *et al.* (2011), é a redução na produção de fotoassimilados correlacionada pela dificuldade na absorção e transporte de nutrientes que, conseqüentemente, ocasiona restrição do crescimento e, também, acúmulo de biomassa.

Estudos demonstram que a inoculação com *Trichoderma* spp. em condições salinas, embora também proporcione declínios na produção de clorofila, ocorre com menores prejuízos em comparação sem a utilização do mesmo, que diminui a degradação da enzima clorofilase, responsável pela síntese de clorofila (RAWAT *et al.*, 2011).

O estresse salino prejudica o desenvolvimento de diversas culturas, porém a utilização de espécies de *Trichoderma* spp. pode atenuar esse estresse, corroborando com estudos realizados com *Zea mays* (KUMAR *et al.*, 2017) e *Oryza sativa* L. (RAWAT *et al.*, 2012), em ambas as espécies foi constatado que esses micro-organismos atuam melhorando o enraizamento, assim como o processo fotossintético, ou seja, inibindo o efeito deletério mais comum em condições de estresse salino.

No tocante à tolerância à salinidade, verificou-se na cultivar Fair Fax o maior índice, pois manteve-se rendimento de biomassa no maior nível salino (4,3 dS m⁻¹) 40%, sendo a cultivar mais adaptada às condições de estresse salino na produção de mudas de melanciaira (Figura 3D). As demais cultivares apresentaram a seguinte ordenação: Charleston Gray > Crimson Sweet > Crimson Select, com rendimentos respectivos de 35%, 24% e 13%, sendo assim as cultivares Charleston Gray e Crimson Sweet moderadamente sensíveis e Crimson Select mais suscetível em condições de estresse.

A divergência genética quanto à tolerância em condições salinas (0,3; 1,1; 1,9; 2,7; e 3,5 dS m⁻¹) também foi constatada por Sousa *et al.* (2019) no crescimento inicial de meloeiro, ao estudar seis cultivares: Natal, Iracema, Goldex, Solares, Mandacaru e Amarelo Ouro, em que a cultivar Natal revelou-se a mais tolerante e Amarelo Ouro mais sensível à salinidade da água na fase inicial de crescimento.

A inoculação com os *Trichodermas* spp. interferiu na tolerância das cultivares (Figura 3E) com mais expressividade nas cultivares Fair Fax e Crimson Sweet em que a aplicação com *Trichoderma longibrachiatum* proporcionou acúmulo de biomassa em torno de 72,3% e 75,5% contra 60,5 e 57,4% com *Trichoderma harzianum*, equivalente ao incremento de 16% e 24%, respectivamente, nessas cultivares. De acordo com Gal-Hemed *et al.* (2011), ao relatarem a diversidade das espécies de *Trichoderma* como potenciais agentes halotolerantes, especificam que existem espécies de *Trichoderma* que são mais atenuantes ao efeito deletério do estresse salino, que outros; ainda relatam que podem ser utilizados como alternativa para

controle biológico na agricultura de zonas áridas, necessitando de mais estudos acentuados em diversas espécies.

4 CONCLUSÃO

O uso de água salina acima de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ promove redução no crescimento e biomassa de mudas de melancia em todas as cultivares estudadas.

Há maior acúmulo de pigmentos fotossintetizantes na cultivar Fair Fax nas plantas inoculadas com *Trichoderma longibrachiatum* com concentração salina de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$.

A utilização do *T. longibrachiatum* foi mais atenuante ao efeito deletério do estresse salino em relação ao *T. harzianum* nas cultivares Fair Fax e Crimson Sweet quanto ao índice de tolerância a salinidade.

Entre as cultivares em estudo a adaptação à salinidade foi na seguinte ordem: Fair Fax > Charleston Gray > Crimson Sweet > Crimson Select Plus, ou seja, a Fair Fax foi a mais adaptada às condições impostas de $0,3$ a $4,3 \text{ dS m}^{-1}$, com menores perdas de crescimento e biomassa, enquanto que a mais sensível, com maiores perdas, foi a cultivar Crimson Select Plus.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2015.

ARAÚJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente Água**, v. 11, n. 2, p. 462-470, 2016. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1726>.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Photosynthesis under stressful environments: An overview. **Photosynthetica**, v. 51, n. 2, p. 163-190, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11099-013-0021-6>.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELOS, A. S.; FILHO WALTER, S. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, 27, n. 1, p. 17-27, 2014.

CARMO, G. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; FREITAS, D. C. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 512-518, 2011.

COSTA, A. R. C.; MEDEIROS, J. F.; PORTO FILHO, F. Q.; SILVA, J. S.; COSTA, F. G. B.; FREITAS, D. C. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes

salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013.

DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; SOUSA NETO, O. N.; BLANCO, F. F.; REBOLÇAS, J. R. L. Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 915-921, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FURTADO, G. F.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE, E. M. G.; PEREIRA FILHO, R. R.; SILVA, S. S. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melanciaira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 33-40, 2012.

GAL-HEMED, I.; ATANASOVA, L.; KOMON-ZELAZOWSKA, M.; DRUZHININA, I. S.; VITERBO, A.; YARDEN, O. Marine Isolates of *Trichoderma* spp. as Potential Halotolerant Agents of Biological Control for Arid-Zone Agriculture. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 77, n. 15, p. 5100-5109, 2011. <https://doi.org/10.1128/AEM.00541-11>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola** : Censo agro 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?loalidade=0&tema=76503.

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. <https://doi.org/10.1002/jobm.201600369>.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1).

MELO, H. F.; SOUZA, E. R.; DUARTE, H. H. F.; CUNHA, J. C.; SANTOS, H. R. B. Gas exchange and photosynthetic pigments in bell pepper irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 38-43, 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p38-43>.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. S.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 758-765, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000014>.

OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; EMANOELA, P. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S.; ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2015. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v11i1.599>.

RAWAT, L.; SINGH, Y.; SHUKLA, N.; KUMAR, J. Seed biopriming with salinity tolerant isolates of *Trichoderma harzianum* alleviates salt stress in rice: growth, physiological and biochemical characteristics. **Journal of Plant Pathology**, v. 94, n. 2, p. 353-365, 2012. <http://dx.doi.org/10.4454/JPP.FA.2012.026>.

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*. **Plant and Soil**, v. 347, n. 1, p. 387-400, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0858-z>.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

SECEX - Secretaria de Comércio Exterior. 2013. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1078&rfr=1076>. Acesso em: 01 ago. 2017.

SILVA JÚNIOR, E. G.; MAIA, J. M.; SILVA, A. F.; SANTOS, E. E. S.; RECH, E. G.; ALMEIDA, R. A. Influência de composto orgânico na germinação e desenvolvimento inicial de melancia. **Biofarm**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2015.

SOUSA, V. F. O.; COSTA, C. C.; DINIZ, G. L.; SANTOS, J. B.; BOMFIM, M. P.; LOPES, K. P. Growth and gas changes of melon seedlings submitted to water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 90-96, 2019. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n2p90-96>.

SOHRABIKERTABAD, S.; GHANBARI, A.; MOHASSEL-MOHAMAD, H. R.; MAHALATI, M. N.; GHEREKHLOO, J. Effect of desiccation and salinity stress on seed germination and initial plant growth of *Cucumis melo*. **Planta daninha**, v. 1, n. 4, p. 833-841, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582013000400009>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TORRES, E. C. M.; FREIRE, J. L. O.; OLIVEIRA, J. L.; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A.; SILVA, A. L. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 71-78, 2014. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v2i2.1400>.