








Adubação orgânica e osmorreguladores como estratégias para mitigação do estresse salino em melancia

Organic fertilization and osmoregulators as strategies to mitigate salt stress in watermelon

Elisdianne Freires Ferreira¹ ; Francisco Hevilásio Freire Pereira^{2*} ; Francisco de Assis da Silva³ ; Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim⁴ ; Mirandy dos Santos Dias⁵ ; Marcelo Cleón de Castro Silva⁶ ; Carlos Augusto Mota Soares⁷ 

¹Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil. E-mail: diannefreires@hotmail.com; ²Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil. E-mail: fhfpereira@hotmail.com; ³Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: agrofdsilva@gmail.com; ⁴Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil. E-mail: anceliogondim@gmail.com; ⁵Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: mirandydias@gmail.com; ⁶Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil. E-mail: marcelo.cleon@professor.ufcg.edu.br; ⁷Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil. E-mail: carlos.mota@estudante.ufcg.edu.br. *Autor correspondente.

ARTIGO

Recebido: 23-02-2024
 Aprovado: 07-12-2024

Palavras-chave:
Citrullus lanatus
 Salinidade
 Esterco bovino
 Semiárido

Key words:
Citrullus lanatus
 Salinity
 Cattle manure
 Semiarid

RESUMO

A irrigação tem sido considerada uma alternativa para o desenvolvimento sócioeconômico das regiões semiáridas. Entretanto, quando utilizada de maneira inadequada pode favorecer a salinização dos solos e a degradação dos recursos hídricos e edáficos. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adubação orgânica, nítrica e da aplicação exógena de prolina na redução dos efeitos negativos a cultura da melancia irrigada com água salina. O experimento foi realizado, em condição de campo, no município de São João do Rio do Peixe – Paraíba, utilizando-se o híbrido de melancia “Quetsali”. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas doses de esterco bovino (0 e 20 t ha⁻¹), dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) e dose dos osmorreguladores prolina (5 mmol L⁻¹) e N na forma de nitrato de potássio (5 mmol L⁻¹). A utilização de água com baixa condutividade elétrica (0,3 dS m⁻¹) foi mais eficiente na melhoria dos parâmetros fisiológicos, de crescimento e de produção na melancieira em relação a água com elevada concentração de sais (4,0 dS m⁻¹). A prolina foi mais eficiente que KNO₃ no processo de osmorregulação da melancieira por proporcionar maior desempenho na fotossíntese, concentração intercelular de CO₂, número de folhas e produção de melancia. O esterco proporcionou alterações fisiológicas, morfológicas e de produção em plantas de melancia irrigadas com água salina.

ABSTRACT

Irrigation has been considered as an alternative to the socioeconomic development of semi arid regions. However, when used improperly can favor the salinisation and degradation of water and soil resources. Therefore, we aimed to evaluate management techniques, such as the effect of organic fertilizer, nitric and exogenous application of proline in reducing the negative effects of the crop irrigated with saline water watermelon. The experiment was conducted under field condition in the municipality of São João do Rio do Peixe – Paraíba, using the hybrid watermelon 'Quetsali'. The experimental design was a randomized block design in a factorial 2 x 2 x 2 design with four replications. The treatments consisted of two doses of cattle manure (0 and 20 t ha⁻¹), two levels of salinity of irrigation water (0.3 and 4.0 dS m⁻¹) and doses of proline (5 mmol L⁻¹) and N in the form of potassium nitrate. The use of water with low electrical conductivity (0.3 dS m⁻¹) was more effective in improving the physiology, growth and yield on watermelon in relation to water with high salt concentration (4.0 dS m⁻¹). Proline was more efficient than KNO₃ in the osmoregulation of watermelon process by providing higher performance in photosynthesis, intercellular CO₂ concentration, leaf number and production. The manure provided physiological, morphological changes and production in watermelon plants subjected to irrigation with saline water.

INTRODUÇÃO

A irrigação de cultivos quando manejada de forma inadequada, pode acarretar problemas ambientais imensuráveis, como a degradação dos recursos do solo e da água, tornando-os impróprios para uso agrícola (MIRANDA, 2013). O manejo inadequado da irrigação e a existência de elevada evapotranspiração e de precipitações insuficientes para lixiviar os sais do solo, causa a salinização das áreas irrigadas (NOBRE et al., 2011). Com isso, o excesso de sais dissolvidos na solução do solo, ou mesmo na água de irrigação, é um dos mais graves problemas enfrentados pela agricultura mundial por proporcionar condições de estresse e de redução na produtividade nas mais variadas espécies de plantas cultivadas, além de, reduzir a disponibilidade de água para as plantas, causa ainda, desequilíbrio nutricional e toxicidade de íons específicos sobre a fisiologia das plantas (SOARES et al., 2007).

No Brasil, existe cerca de 4,5 milhões de hectares salinizados, localizados, principalmente, na região Nordeste, onde se concentram a maioria dos perímetros irrigados. Nesses perímetros, um dos maiores problemas da salinidade tem sido também ocasionado pelo processo conhecido como salinização secundária, que ocorre devido ao manejo inadequado da irrigação associado à drenagem deficiente e à presença de águas subsuperficiais ricas em sais solúveis localizadas em baixa profundidade (OLIVEIRA et al., 2010). Esta situação é mais problemática nas regiões áridas e semiáridas onde as condições climatológicas estabelecem uma escassez dos recursos hídricos. A falta de água para a agricultura, associada à demanda da produção de alimentos, aumenta a necessidade de utilização de outras fontes de águas, com inferior qualidade, que vão limitando a produtividade agrícola e produzindo a degradação dos solos (ALMEIDA, 2010).

Várias alternativas têm sido avaliadas com o objetivo de possibilitar o uso de águas salinas na agricultura irrigada, dentre estas podem ser citadas: o uso de espécies halófitas forrageiras e leguminosas, maior eficiência no manejo do solo, rotação de culturas e irrigação com misturas de águas de diferentes concentrações salina. Apesar dos conhecimentos sobre as alterações físico-químicas do solo e da importância do uso de água de qualidade inferior entre os pequenos produtores, ainda são escassos estudos que viabilizem a aplicação de adubos orgânicos como amenizadores do efeito da salinidade da água de irrigação sobre as culturas (SILVA et al., 2008). Nesse contexto, práticas de manejo como adubação orgânica com uso de esterco, adubação nitrogenada e aplicação de prolina estão sendo utilizadas como alternativa para amenizar o efeito da salinidade sobre o solo e conseqüentemente, sobre as plantas.

A prática da adubação orgânica melhora a aeração do solo, os níveis de nutrientes e a população de microrganismos benéficos ao solo e à planta, estimulando o desenvolvimento radicular, além de ser fonte de N, P, K e micronutrientes (MALAVOLTA et al., 2002). Com isso, é de se esperar que a utilização de esterco seja capaz de proporcionar melhorias na textura, densidade, infiltração e retenção de água; aumento no teor de carbono orgânico, na capacidade de troca catiônica (CTC), na saturação por bases (Ca, Mg e K) e na redução do pH (MACEDO et al., 2000) e, com isso, contribuir com a redução

dos efeitos da salinidade do solo ou da água.

A cultura da melancia tem na nutrição mineral, um dos fatores que contribuem diretamente na produtividade e na qualidade dos frutos. Araújo et al. (2011) estudando o uso da água de diferentes níveis de salinidades e doses de nitrogênio, verificaram o efeito significativo do nitrogênio sobre o rendimento da melancia, entretanto, há divergências nas doses de nitrogênio para maximizar as produtividades.

O acúmulo de substâncias na planta que promovem o ajuste osmótico em decorrência do estresse salino aumentam a tolerância das mesmas a condições desfavoráveis do ambiente. Em melão amarelo, a aplicação da prolina via foliar foi eficiente em reduzir o efeito estressante causado pela salinidade da água de irrigação até a concentração de 12 mmol L⁻¹ por planta, correspondendo a um aumento na produção de 2,5 t ha⁻¹ (LACERDA et al., 2012). Também no meloeiro, tem-se verificado que a aplicação exógena de prolina na concentração de 10 mmol L⁻¹ proporcionou aumentos no crescimento e na produtividade da cultura, sendo esse desempenho creditado à maior absorção e acúmulo de K, Ca e N e a redução de Na, na parte aérea sob condições de estresse salino (KAYA et al., 2007).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito da adubação orgânica, níttrica e da aplicação exógena de prolina na redução dos efeitos negativos dos sais sobre as plantas de melancia irrigadas com água salina.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em campo, no município de São João do Rio do Peixe - localizado na microrregião de Cajazeiras - Paraíba, no período de 07 a 09/2016, utilizando-se o híbrido de melancia "Quetsali". O município está localizado à 282 m de altitude com coordenadas geográficas de latitude 6° 51' 41" Sul e longitude 38° 22' 36 Oeste. O solo da área experimental é classificado como neossolo flúvico, sendo os resultados da análise química, realizada previamente, até os 20 cm de profundidade, no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas - LSNP do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, conforme dados na Tabela 1.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos por duas doses de esterco bovino (0 e 20 t ha⁻¹) essas doses foram escolhidas com base na recomendação para a cultura da melancia. A dose 20 t ha⁻¹, correspondeu a 32 Kg por parcela ou 2 kg de esterco por planta, aplicados em fundação; outros fatores foram salinidade da água e dois osmorreguladores. Para irrigação se utilizou água de abastecimento local (0,3 dS m⁻¹) e água com concentração (4,0 dS m⁻¹) escolhida devido a tolerância da melancia a salinidade conforme visto na literatura, utilizando-se água suplementada ou não com NaCl para aumentar a concentração de sais na água. Por último, dois osmorreguladores: prolina (5 mmol L⁻¹) e nitrato de potássio (250 kg ha⁻¹). As doses de prolina e de nitrato de potássio foram obtidas previamente com base em experimento realizado em vasos.

Tabela 1. Cátions, ânions e parâmetros presentes na análise do extrato de saturação do solo em campo experimental, no município de São João do Rio do Peixe, Paraíba, Brasil

Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻
mmol _c L ⁻¹							
1,25	3,75	0,32	3,15	12,5	1,25	3,75	0,78
pH	CEes	RAS	CRS		Soma de bases		
$-\log[H^+]$	dSm ⁻¹	(mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}	mmol _c L ⁻¹		mmol _c L ⁻¹		
7,99	0,5671	1,99	0		8,4		

*Análise realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – LSNP do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, totalizando 8 tratamentos e 32 parcelas. Foi utilizado no experimento o híbrido ‘Quetsali’ que tem ciclo em torno de 60 dias, seu fruto tem característica globular com peso aproximadamente entre 3 a 4 Kg.

Condução do experimento

As sementes foram adquiridas no comércio, em seguida realizada a produção de mudas em bandejas de poliestireno de 128 células, preenchidas com substrato comercial, as mesmas foram irrigadas com água de abastecimento (0,3 dS m⁻¹) com auxílio de regadores, de duas a três vezes por dia, onde permaneceram em casa de vegetação por aproximadamente 15 dias após a semeadura. Em seguida, as mudas foram levadas a campo quando as plantas apresentavam de duas a três folhas definitivas (15 DAS), em que passaram a receber os tratamentos logo após o transplante.

As plantas de melancia foram conduzidas no espaçamento de 2,0 x 0,5 m, sendo a área útil de cada unidade experimental constituída por uma fileira com 9 m contendo 16 plantas úteis, excluindo-se 0,5 m de cada extremidade, totalizando uma área experimental de 576 m².

Os tratamentos foram aplicados a partir do transplante das mudas (15 DAS), sempre à tardinha até a semana da colheita (65 DAT). Os blocos foram dispostos em linhas alternadas, ou seja, umas linhas de plantas eram irrigadas com água de abastecimento (0,3 dS m⁻¹), outra linha era irrigada com água salina (4,0 dS m⁻¹) a fim de garantir a distribuição dos tratamentos salinos e não salinos em todas as parcelas. A solução de prolina foi aplicada semanalmente de forma exógena na folha, com auxílio de um pulverizador costal, com quantidades variando de 3 mL (início) a 52 mL por planta (ao final do experimento), conforme o desenvolvimento da cultura. O nitrato de potássio foi aplicado via água de irrigação, utilizando 50 g por parcela semanais, totalizando 8 aplicações ao final do experimento tanto para a prolina como para o nitrato de potássio.

Os macro e micronutrientes foram preparados com base nas quantidades para a preparação de solução nutritiva e fornecidos diariamente via água de irrigação por gotejamento. Os valores totais para os macronutrientes em kg ha⁻¹ foram de: 284 de N, 85 de P₂O₅, 329 de K₂O, 54 de MgO, 261 de CaO e 72 de SO₄. Utilizou-se como fonte de macronutrientes o nitrato de potássio e de cálcio, fosfato monopotássico e sulfato de magnésio. Os valores totais para os micronutrientes em g ha⁻¹ foi de: 3.806 de ácido bórico, 2.087 de sulfato de manganês, 270 de sulfato de zinco, 921 de sulfato de cobre e 1.529 de molibdato de amônio.

As irrigações foram realizadas pelo sistema de gotejamento, com vazão média dos gotejadores de 1,6 L h⁻¹ a pressão de 78,5 kPa, com uma distância de 30 cm entre os gotejadores, utilizando-se mangueiras plásticas. O manejo da

irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) conforme método proposto por (ALLEN et al., 1998), aplicando-se a metodologia do K_c da cultura. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi obtida a partir de dados climáticos obtidos em estação climatológica semiautomática próximo ao local experimental (AESA, 2016). Dessa forma a lâmina de irrigação foi calculada de modo a repor as perdas por evapotranspiração da cultura calculados para o ciclo de desenvolvimento da planta que totalizou 256 mm. A frequência de irrigação foi diária, onde as mesmas eram realizadas duas vezes por dia, pela manhã e a tarde, durante todo o ciclo da cultura.

O preparo do solo consistiu de uma aração e gradagem, foram realizadas capinas regulares manuais com auxílio de enxadas, conforme recomendações para a cultura da melancia (PUIATTI; SILVA, 2019). O controle fitossanitário foi realizado com a aplicação preventiva do inseticida logo após o transplante, foram aplicados os fungicidas a fim de evitar a incidência de fungos, tendo todo o cuidado para que as ramas não se misturassem.

Características avaliadas

As avaliações fisiológicas foram realizadas aos 45 dias após o transplante (DAT). Nesta ocasião foram realizadas as leituras, na quarta ou quinta folha do ramo principal, contadas a partir do ápice de cada planta, onde foram determinadas: taxa fotossintética (*A*) em μmol CO₂ s⁻¹, condutância estomática (*g_s*) em mol H₂O m⁻² s⁻¹, transpiração (*E*) em mmol de H₂O m⁻² s⁻¹, e concentração intercelular de CO₂ (*C_i*) μmol mol⁻¹, medido com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro (Analytical Development, Kings Lynn UK) com fonte de luz constante de 1.200 μmol de fótons m⁻² s⁻¹.

As avaliações de Crescimento e acúmulo de massa das plantas foram realizadas aos 65 DAT em duas plantas por unidade experimental coletada cortando-as rente ao solo e contabilizado o número de folhas por planta. Nas mesmas plantas foi determinada a área foliar em cm², relacionando a massa seca de oito discos foliares de área conhecida, com a massa seca das folhas, pela equação $AF = (MSF \times ADF) / MSD$, onde AF é a área foliar estimada, MSF a massa seca total das folhas, ADF a área conhecida dos discos retirados das folhas e MSD a massa seca dos discos retirados das folhas.

A massa seca das folhas, do caule e dos frutos foi obtida após secagem do material vegetal em estufa com circulação de ar a 70°C, por 72 horas. A massa seca total foi obtida somando-se a massa seca da folha do caule e do fruto com os resultados expressos em g por planta.

Para avaliação da produção de frutos por planta foram colhidos frutos de seis plantas por parcela aos 65 DAT, nos quais todos os frutos foram colhidos e pesados em balança graduada em gramas, foram ainda avaliados a massa média dos frutos (g) pela relação do peso do fruto dividido pelo número de frutos por planta, onde foram contabilizados todos os frutos

retirados de cada planta.

A comparação entre os tratamentos foi realizada por meio de análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resultado da análise de variância, verifica-se que houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores salinidade da água de irrigação e osmorreguladores para fotossíntese líquida e número de folhas por planta; entre os fatores matéria orgânica e osmorreguladores para concentração intercelular de CO_2 e entre os fatores salinidade e matéria orgânica para massa média do fruto. Houve efeito isolado em relação à salinidade da água de irrigação para massa seca total e do fruto; em relação à matéria orgânica para a fotossíntese, condutância estomática e transpiração; em relação aos osmorreguladores para condutância estomática, transpiração, produção de frutos e número de frutos por planta. Para as características: área foliar, massa seca das folhas e massa seca do caule não houve diferença significativa entre os tratamentos.

A fotossíntese líquida foi maior quando se utilizou água normal em relação à salina quando a mesma foi combinada com 5 mM de KNO_3 . Com a aplicação de prolina a utilização de

água normal ou salina foi indiferente (Figura 1A). Possivelmente, a presença do nitrato disponibilizou maiores teores de nitrogênio os quais foram responsáveis pelo aumento da parte vegetativa no tratamento não salino e conseqüentemente, da fotossíntese líquida. Góis (2014) estudando com melancia “Quetsali” obteve o maior valor de fotossíntese líquida de $23,92 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na dose de $10,46 \text{mmol L}^{-1}$ de KNO_3 independentemente da salinidade da água de irrigação utilizada.

Comparando-se os osmorreguladores verificou-se que a prolina superou o nitrato de potássio quando se utilizou água salina ($4,0 \text{dS m}^{-1}$) e foi indiferente quando se utilizou água não salina com $0,3 \text{dS m}^{-1}$ (Figura 1A). Esse resultado demonstra que a prolina aplicada via foliar foi eficiente na redução do estresse salino na melancieira, possivelmente esse comportamento promissor da fotossíntese com a adição de prolina pode ser atribuído a maior abertura estomática, favorecendo assim, maior assimilação de CO_2 , perda de água por transpiração, equilíbrio osmótico e maior absorção de água pela melancieira mesmo com o uso de água salina. Observou-se ainda, que a fotossíntese líquida teve efeito isolado para a matéria orgânica, onde o maior valor encontrado foi no tratamento que não recebeu esterco bovino (Figura 1B).

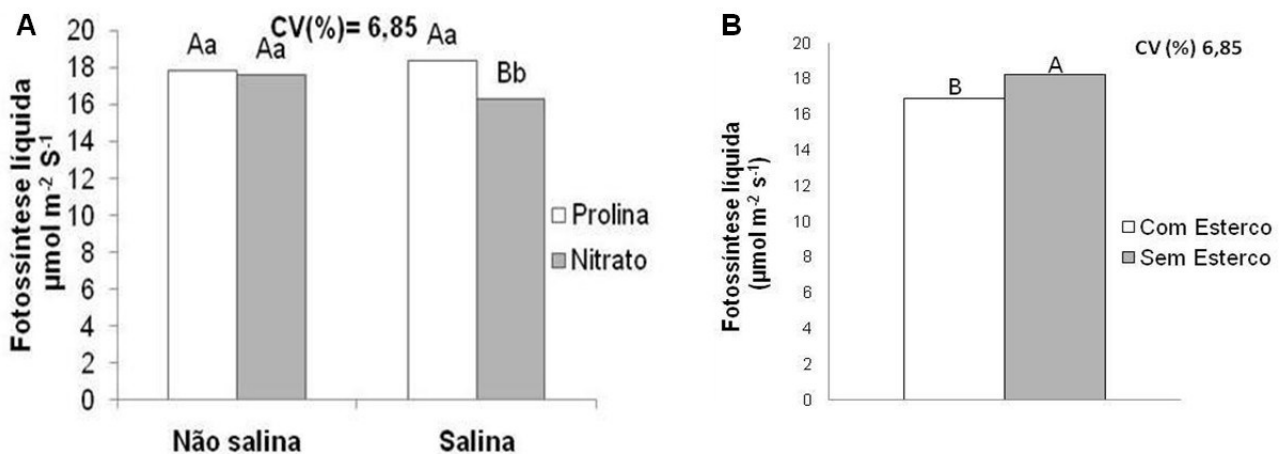


Figura 1. Fotossíntese líquida de plantas de melancia irrigadas com água salina e submetidas a osmorreguladores (nitrato de potássio, prolina) (A) esterco bovino (B) no semiárido brasileiro. Figura 1A: Médias seguidas das letras minúsculas comparam os osmorreguladores dentro de cada salinidade e letras maiúsculas comparam a salinidade dentro de cada osmorregulador (Não salina ($0,3 \text{dS m}^{-1}$) e Salina ($4,0 \text{dS m}^{-1}$)). Figura 1B: Médias com letras maiúsculas comparam a presença e ausência de esterco bovino pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se que houve efeito isolado dos osmorreguladores para a condutância estomática que foi maior com a adição de prolina em relação ao nitrato de potássio (Figura 2A). Verificou-se, também, que a presença do esterco também favoreceu o aumento da condutância estomática (Figura 2B). Isso pode ter ocorrido devido à maior disponibilidade de nitrogênio, que segundo Chiodini et al. (2013) é um dos nutrientes disponibilizados pela matéria orgânica e um dos mais requerido pela maioria das culturas. A presença do esterco aliada a prolina pode ainda ter diminuído o efeito do sódio presente na água de irrigação, favorecendo uma maior absorção de potássio. Segundo Marschner (1995) a absorção de K em plantas cultivadas em meio salino pode ser reduzida pelo excesso de Na, visto que esses íons competem pelos mesmos sítios no sistema de absorção na membrana plasmática das células radiculares. De acordo com Epstein e

Bloom (2006) o potássio é um dos nutrientes importantes para planta, pois participa de processos de abertura e fechamento dos estômatos.

Houve efeito isolado para a presença e ausência de matéria orgânica para a característica transpiração, onde o tratamento sem esterco proporcionou maior transpiração em plantas de melancia em relação ao tratamento com esterco bovino (Figura 3A). Observa-se também que houve efeito isolado para os osmorreguladores, onde a transpiração das plantas de melancia foi maior com o tratamento que recebeu prolina em relação ao tratamento com nitrato de potássio (Figura 3B). Lacerda et al. (2014) comenta que a transpiração comporta-se de forma semelhante à fotossíntese se comparados as plantas irrigadas com água não salina e salina.

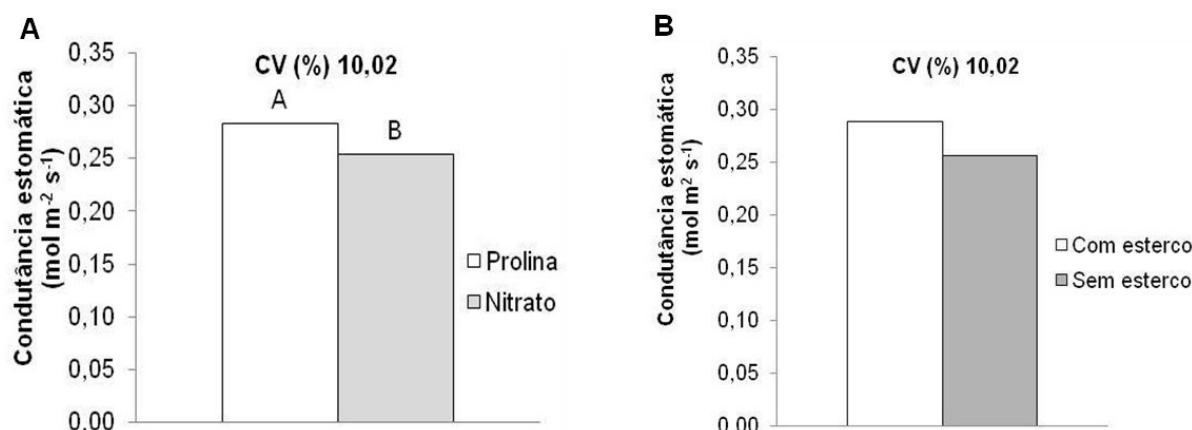


Figura 2. Condutância estomática de plantas de melancias submetidas aos osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio) (A) com presença e ausência de esterco bovino (B) no semiárido brasileiro. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam o efeito dos osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio), presença e ausência de esterco bovino pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

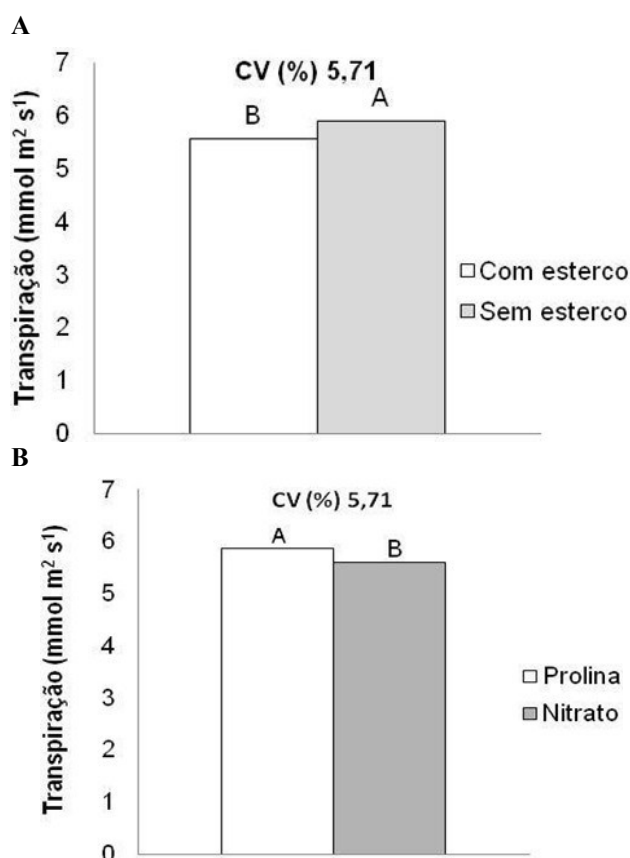


Figura 3. Transpiração de plantas de melancias submetidas à presença e ausência de esterco bovino (A) e aos osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio) (B) no semiárido brasileiro. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam o efeito isolado da presença e ausência de esterco bovino e os osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação significativa entre a matéria orgânica e os osmorreguladores para a concentração intercelular de CO_2 (Figura 4), onde a presença de esterco e da prolina promoveu o aumento dessa característica. Possivelmente, o esterco proporcionou melhoria nas características físico-químicas, do solo favorecendo a absorção de potássio que é o nutriente que

está diretamente relacionado com abertura estomática, fotossíntese, respiração e conseqüentemente, com a concentração intercelular de CO_2 (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Furtado et al. (2012) obtiveram, em melancia 'Crimson Sweet' o valor de $207,00 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, para concentração intercelular de CO_2 .

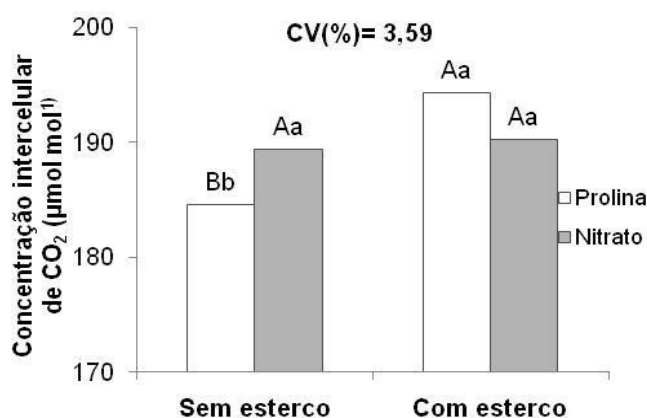


Figura 4. Concentração intercelular de CO_2 de plantas de melancias submetidas à adubação orgânica com esterco bovino e aos osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio). Médias seguidas das letras minúsculas comparam os osmorreguladores (nitrato de potássio e prolina) e letras maiúsculas comparam a presença e ausência de esterco bovino pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o número de folhas houve interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e os osmorreguladores. Quando se utilizou água não salina com adição de 5 mM de prolina, verificou-se aumento no número de folhas por planta (Figura 5). Possivelmente a prolina proporcionou maior absorção e translocação de nitrogênio para a parte aérea, possibilitando um aumento no número de folhas, enquanto que na água salina esse valor foi superior com adição do nitrato de potássio. O emprego adequado de nitrogênio no solo frequentemente aumenta a produção vegetal, em ambiente salino ou não, e acredita-se que o mesmo reduz os efeitos prejudiciais, em certa extensão da salinidade do solo (GHEYI et al., 2010). Valores semelhantes (120 folhas/planta) foram

observados por Furtado et al. (2012) quando estudaram o efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melancias da variedade ‘Crimson Sweet’, obtendo um número de folhas por planta de 117,29.

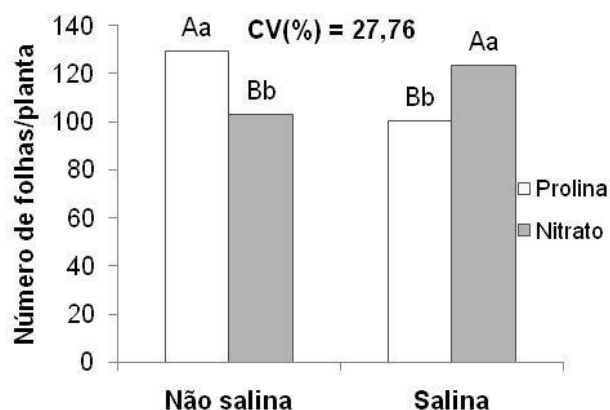


Figura 5. Número de folhas por planta na melancia submetida a irrigação com água salina e osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio). Médias seguidas das letras minúsculas comparam os osmorreguladores dentro de cada salinidade e letras maiúsculas comparam a salinidade dentro de cada osmorregulador, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve interação significativa entre os fatores salinidade, osmorreguladores e matéria orgânica (esterco) para a área foliar. Verificou-se apenas efeito isolado para os osmorreguladores (Figura 6). Quando se utilizou 5 mM de prolina em relação a mesma dose do nitrato de potássio, ocorreu aumento da área foliar. Esse comportamento, possivelmente ocorreu pelo ajuste osmótico promovido pela prolina, que facilitou maior absorção de água e nutrientes e com isso, aumentou a pressão de turgescência da célula, possibilitando

maior expansão foliar e crescimento. O comportamento da área foliar seguiu a mesma tendência da fotossíntese, uma vez que, quanto maior a área foliar, maior a captação de CO_2 e luminosidade (LACERDA et al., 2014).

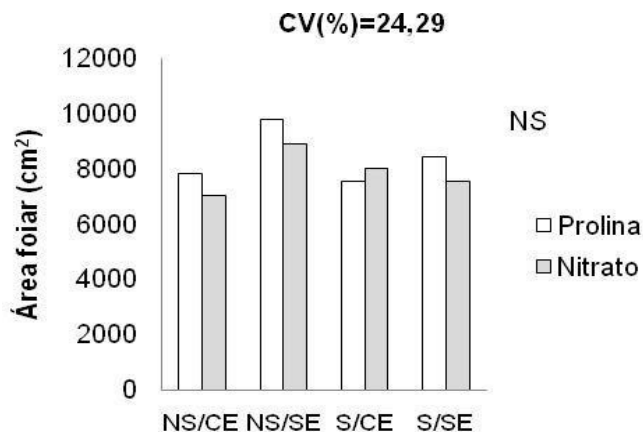


Figura 6. Área foliar de plantas de melancia irrigadas com água salina (S), Não salina (NS) e submetidas ou não (SE) à adubação com esterco bovino (CE) e aplicação dos osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio). *Área foliar não significativa pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Observa-se que não houve diferença significativa para as características massa seca das folhas (Figura 7A) e do caule (Figura 7B). Lacerda et al. (2014) estudando melancia ‘Quatsali’ observou acúmulo de massa seca das folhas (45,51 e 26,47 g por planta), obtidas nas concentrações de 5,20 e 2,68 mmol L^{-1} de prolina e de caule (13,79 e 12,05 g por planta) nas concentrações de 7,97 e 9,73 mmol L^{-1} de prolina) quando se utilizou água de irrigação normal e salina, respectivamente.

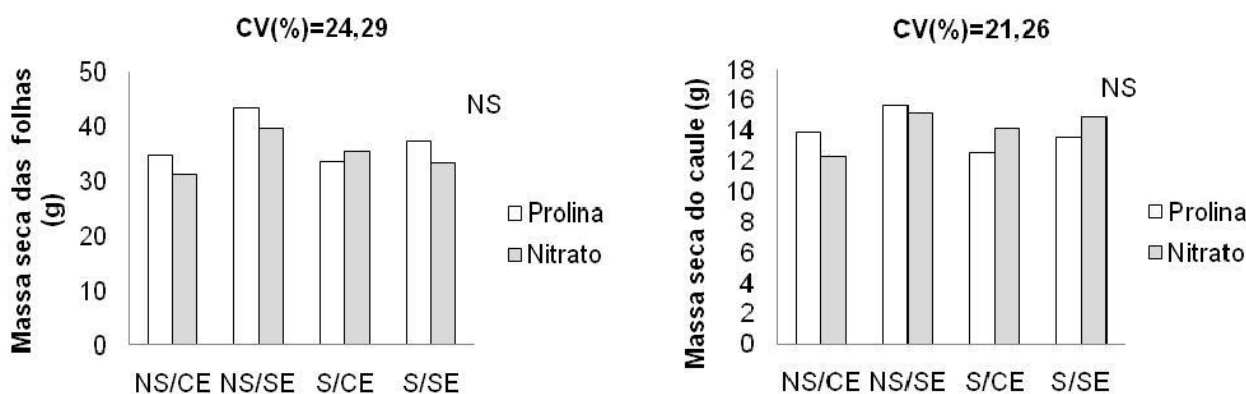


Figura 7. Massa seca das folhas (A) e massa seca do caule (B), de plantas de melancia irrigadas com água salina (S) e não salina (NS), submetidas à adubação ou não (SE) com esterco bovino (CE) e aplicação dos osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio). Massa seca das folhas e massa seca do caule não significativa pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve efeito isolado entre a salinidade da água de irrigação para as características massa seca total (Figura 8A) e massa seca de frutos (Figura 8B), onde a água não salina ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) proporcionou maior massa seca total e de frutos em relação à água salina ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$). Isso demonstra que os sais presentes na água de irrigação, possivelmente, interferiram na absorção, transporte de nutrientes e produção de fotoassimilados necessários à formação dos frutos. A menor

produção de fotoassimilados pelas plantas cultivadas em condições salinas reflete o efeito do potencial osmótico da solução do solo, inibindo a absorção de água pela planta e consequentemente, reduzindo a massa seca de frutos e total (FIGUEIRÊDO et al., 2009).

Medeiros et al. (2007) trabalhando com cultivares de melão, evidenciaram que a salinidade da água de irrigação acarreta reduções no acúmulo de fitomassa. Esses autores,

observaram redução significativa na massa seca total do meloeiro com o aumento da salinidade da água de irrigação. Entretanto, Lacerda, (2013) verificou que a massa seca total

(115,81 g por planta) e de frutos (69,28 g por planta), foi indiferente ao nível de salinidade da água de irrigação.

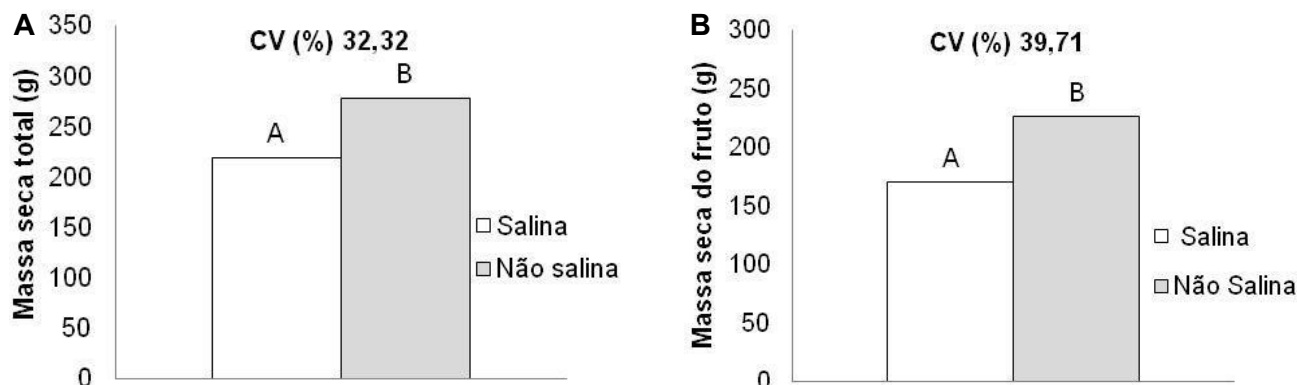


Figura 8. Massa seca total (A) e massa seca do fruto (B), de melancias irrigadas com água salina (4,0 dS m⁻¹) e não salina (0,3 dS m⁻¹). Letras maiúsculas representam o efeito isolado da salinidade da água de irrigação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve efeito isolado entre os osmorreguladores para o número de frutos por planta (Figura 9). A prolina foi mais eficiente que o KNO₃ possivelmente, por proporcionar maior absorção e transporte de água e nutrientes para a planta e com isso possibilitou o maior número de frutos. No meloeiro a aplicação exógena de prolina na concentração de 10 mmol L⁻¹ tem proporcionado aumentos no crescimento e na produtividade da cultura, sendo esse desempenho creditado à maior absorção e acúmulo de K, Ca e N e a redução de Na⁺ na parte aérea sob condições de estresse salino (KAYA et al., 2007).

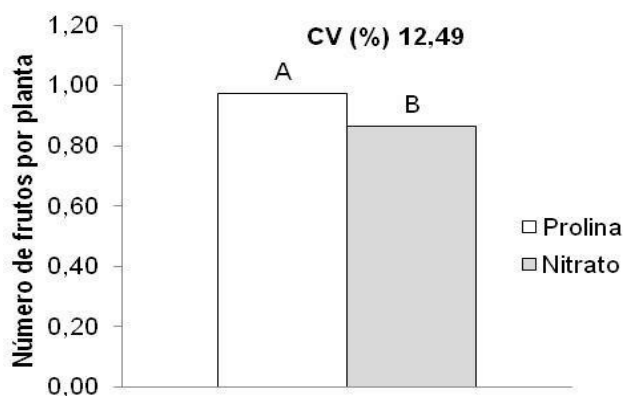


Figura 9. Número de frutos de melancias submetidas aos osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio). Letra maiúscula representa o efeito isolado dos osmorreguladores pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e esterco para a massa média dos frutos (Figura 10). A água não salina sem esterco proporcionou aumento na massa média dos frutos em relação a mesma água com esterco. Dentro da água salina a presença ou ausência do esterco não diferiu estatisticamente. Na ausência de esterco bovino a massa média dos frutos foi superior na água não salina em relação à salina, enquanto que na presença do esterco a massa média foi maior na água salina em relação a não salina. Freitas et al., (2012) destacam que os prejuízos aos vegetais decorrentes da

adição de grandes quantidades de adubos orgânicos podem ser ocasionados por diversos fatores, entre os quais: presença de quantidades tóxicas de amônia e de sais, principalmente os de potássio. Na melancieira, o aumento do número de frutos por planta proporciona maior demanda e competição por fotoassimilados entre os frutos, levando-os a uma redução no peso médio dos mesmos (DUARTE, et al., 2008).

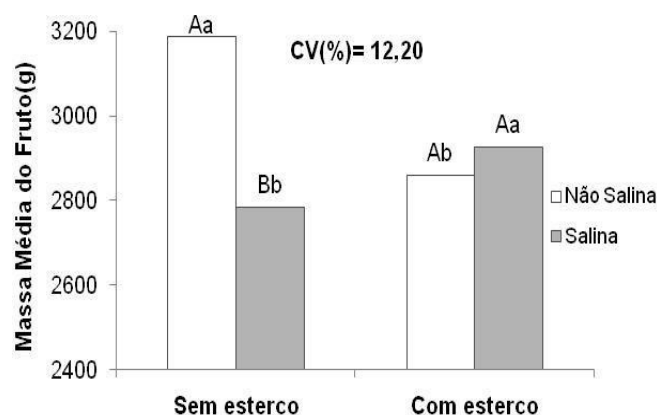


Figura 10. Massa média dos frutos de melancias submetidas à adubação com esterco bovino e irrigadas com água salina (4,0 dS m⁻¹) e não salina (0,3 dS m⁻¹). Médias seguidas das letras minúsculas comparam a salinidade na presença e ausência do esterco e letras maiúsculas comparam a presença e ausência do esterco dentro de cada salinidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se efeito isolado entre os osmorreguladores prolina e nitrato de potássio, para a característica produção de frutos (Figura 11), onde a aplicação da prolina incrementou a produção de frutos em relação ao nitrato de potássio, independente da salinidade e da presença ou ausência de matéria orgânica. Possivelmente a prolina, possibilitou maior fluxo de água e, conseqüentemente, maior concentração de nutrientes e de fotoassimilados necessários a formação dos frutos. Lacerda et al. (2014) obteve maiores valores de produção de fruto por planta (2,67 e 1,74 Kg) nas concentrações de 10,74 e 8,51 mmol L⁻¹ de prolina, respectivamente. Segundo

Medeiros et. al. (2007) o aumento ou a diminuição observada na produção de frutos por planta está relacionado com o número de frutos e com a massa total dos frutos.

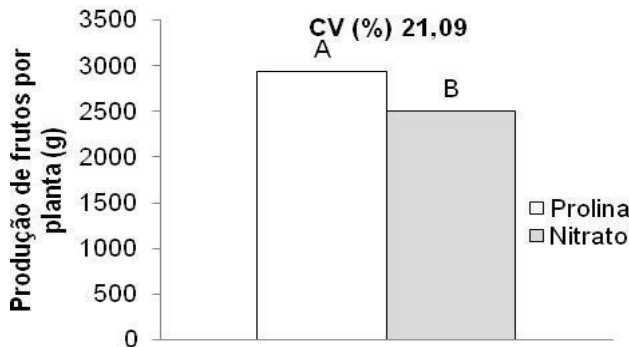


Figura 11. Produção de frutos de melancias irrigadas com água salina e submetidas a aplicação dos osmorreguladores (prolina e nitrato de potássio). Letra maiúscula representa o efeito isolado dos osmorreguladores pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

O estercor melhorou nas características fisiológicas, morfológicas e de produção em plantas de melancia submetidas à irrigação com água salina (4,0 dS m⁻¹). No processo de osmorregulação, a prolina foi mais efetiva que KNO₃ em plantas de melancia irrigadas com água salina. O KNO₃ foi mais efetivo na melhoria das características fisiológicas em plantas de melancia irrigadas com água não salina (0,3 dS m⁻¹).

REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA Dados climatológicos do município de Sousa. 2016. Disponível em: <http://pcd.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em 20 de novembro de 2017.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration. Rome: FAO. Draft edition, p. 297, 1998.
- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. 1ª ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010 p. 234.
- ARAÚJO, W. F.; BARROS, M. M.; MEDEIROS, R. D.; CHAGAS, E. A.; NEVES, L. T. B. C. Crescimento e produção de melancia submetida a doses de nitrogênio. Revista Caatinga, Mossoró, 24(4):80-85, 2011.
- CHIODINI, B. M.; SILVA, A. G.; NEGREIROS, A.; MAGALHÃES, L. B. Matéria Orgânica e a sua influencia na nutrição de plantas. Revista Cultivando o Saber, 6:181- 190, 2013.
- DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N.; MONTEZANO, E. M. Crescimento de frutos do meloeiro sob diferentes relações fonte: dreno. Horticultura Brasileira, 26(3):342-347, 2008. [10.1590/S0102-05362008000300010](https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000300010)
- EPSTEIN, E; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Planta, p 392, 2006. 2 Ed. Editora Planta. 403p.
- FIGUEIRÊDO, V. B.; MEDEIROS, J. F.; ZOCOLER, J. L.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Evapotranspiração da cultura da melancia irrigada com águas de diferentes salinidades. Engenharia Agrícola, 29(2):231-240, 2009. [10.1590/S0100-69162009000200006](https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000200006)
- FREITAS, C. A.; SOUSA, C. R.; CAPONE, A.; AFFÉRI, F. S.; MELO, A. V.; SILVA R.R. Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. Journal Biotechnology Biodiversity. 3(1):61-67, 2012. [10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n1.freitas](https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n1.freitas)
- FURTADO, G. de 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, 7(3):33-40, 2012.
- GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. INCT Sal, 472p. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2010.
- GÓIS, D. S. de. Efeito da adubação com nitrato de potássio na redução do estresse salino em melanciaira, UFCG, Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. 2014. 39p.
- KAYA, C.; TUNA, A. L.; ASHRAF, M.; ALTUNLU, H. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. Environmental and Experimental Botany, 60:397-403, 2007. [10.1016/j.envexpbot.2006.12.008](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.12.008)
- LACERDA, F. H. D.; PEREIRA, F. H. F.; NEVES, D. S.; BORGES, F. Q. C.; CAMPOS JÚNIOR, J. E. Aplicação exógena de prolina na redução do estresse salino em meloeiro. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 7(3):218-227, 2012.
- LACERDA, F. H. D.; PEREIRA, F. H. F.; QUEIROGA, F. M.; SILVA, F. D. A., CAMPOS JÚNIOR, J. E. Adubação verde, nitríca e aplicação foliar de prolina na redução do estresse na melancia irrigada com água salina. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 9(5): 10-17, 2014.
- MACEDO, L. R. G.; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Princípio de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. Agropecuária e ambiente, EPAMIG, Informe Agropecuário, 21(202):93-98, 2000.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos e adubações. Nobel, São Paulo, 2002. 200p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of nigher plants. 2 ed. Academic Press, p. 889, 1995.
- MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob

diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, (11):248-255, 2007. [10.1590/S1415-43662007000300002](https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000300002)

MIRANDA, M. F. A. Diagnóstico e recuperação de solos afetados por sais em perímetro irrigado do sertão de Pernambuco. Tese, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013. 102 f. il.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, 41(3):358-367, 2011. [10.1590/S1806-66902010000300006](https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000300006)

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 6(11):1-16, 2010.

PUIATTI, M.; SILVA, D. J. H. Cultura da melancia. In: FONTES, P. C. R. (Ed.) *Olericultura: teoria e prática*. Editora UFV, p. 385-406, 2019.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. de A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. da S.; MESQUITA, L. X de. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. *Revista Caatinga*, 21(5):30-35, 2008.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. *Irriga*, 12(2):235-248, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4ª. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 819, 2009.