



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA  
TROPICAL**

**ELISDIANNE FREIRES FERREIRA**

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA, NÍTRICA E APLICAÇÃO  
EXÓGENA DE PROLINA EM MELANCIA IRRIGADA COM  
ÁGUA SALINA**

**POMBAL – PB  
2014**

**ELISDIANNE FREIRES FERREIRA**

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA, NÍTRICA E APLICAÇÃO  
EXÓGENA DE PROLINA EM MELANCIA IRRIGADA COM  
ÁGUA SALINA**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Campina Grande como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Horticultura Tropical para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Dr. Francisco Hevilásio F. Pereira

**POMBAL – PB  
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F383a Ferreira, Elisdianne Freires.

Adubação orgânica, níttrica e aplicação exógena de prolina em melancia irrigada com água salina / Elisdianne Freires Ferreira. – Pombal, 2015.

37 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2015.

"Orientação: Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira".

Referências.

1. *Citrullus lanatus*. 2. Salinidade. 3. Esterco Bovino. 4. Nitrato de Potássio. I. Pereira, Francisco Hevilásio Freire. II. Título.

CDU 635.615(043)

**ELISDIANNE FREIRES FERREIRA**

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA, NÍTRICA E APLICAÇÃO  
EXÓGENA DE PROLINA EM MELANCIA IRRIGADA COM  
ÁGUA SALINA**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Campina Grande como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Horticultura Tropical para obtenção do Título de Mestre.

Aprovado em: 09/07/2014

**EXAMINADORES**

---

Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira  
(Orientador)  
UAGRA/CCTA/UFCG

---

Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre  
UAGRA/CCTA/UFCG

---

Prof. Dr. Everaldo Mariano Gomes  
IFPB/SOUSA

*Aos meus pais, Dagmar Ferreira de Sousa e Eudeni de Sousa Ferreira, pelo apoio e incentivo em toda minha trajetória de vida. A vocês, serei eternamente grata, pelos ensinamentos de honestidade, simplicidade, coragem e humildade. Ao meu esposo, Amison pelo amor, compreensão e companheirismo. Em especial ao meu filho Aquíles, pelo amor, carinho e paciência.*

*DEDICO*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelo seu amor para com a minha vida, por estar comigo em todos os momentos, por me levantar nas horas de fraqueza e me erguer diante às dificuldades e principalmente Senhor, pela sua proteção!

Aos meus pais, Dagmar Ferreira de Sousa e Eudeni de Sousa Ferreira, que fizeram o possível para a realização dos meus sonhos.

Ao meu esposo, Amison, “presente do senhor em minha vida”, pelo amor e companheirismo. Te amo!

Ao meu filho Aquíles, motivo de minha força e coragem para concluir mais essa etapa. Obrigada filho por compreender minha ausência durante todo esse tempo.

Aos meus sogros Antônio Manoel e Alzenira pelo apoio e ajuda, sem vocês não teria conseguido alcançar mais esse objetivo.

Aos meus irmãos, Eliane, Elisdeângela e Everton Vitor, pelo apoio. Aos meus cunhados Joaci, Robson, Allison, Bianca e Eliza pela força e amizade.

Aos meus sobrinhos Joice, Emilly e Jhonatas, amo vocês!

A minha avó Maria de Sousa Freires por sempre me colocar em suas orações.

Ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical (PPGHT) da Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco Hevilásio, pela compreensão, amizade, confiança e principalmente pela paciência.

Aos Prof (s). Dr Reginaldo Gomes Nobre e Everaldo Mariano Gomes pelas sugestões que contribuíram para este trabalho.

Aos Professores do PPGHT, principalmente aos professores: Hevilásio, Caciana Cavalcanti, Reginaldo, Marcos Eric, Roberto Cleiton, Alexandre Paiva e a Juliana Moreira pelos ensinamentos.

A todos os funcionários do Campus Pombal, pelo apoio durante toda duração do curso.

Ao CAPES, pela concessão da bolsa REUNI.

Aos amigos, Hélio, Joice, José Eustáquio Júnior e Damiana, pela ajuda na condução do experimento.

As amigas, Joice, Daniela, Delzuite, Emanuela, Iane, Wanúbia e Jamile pela força e amizade. Muito obrigada!

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
2.1 Qualidade da água para irrigação.....	3
2.2 Salinidade.....	4
2.2.1 Efeito dos sais sobre o solo .....	5
2.2.2 Efeito dos sais sobre as plantas.....	6
2.3 Adubação com Nitrogênio e potássio.....	7
2.4 Prolina.....	8
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
3.1 Caracterização da área experimental.....	10
3.2 Tratamentos e delineamento experimental .....	11
3.3 Condução do experimento.....	12
3.4 Análise estatística .....	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>36</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Croqui da área experimental. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.....	12
<b>Figura 2.</b> Produção de mudas (A) e área experimental da melancieira (B). São João do Rio do Peixe-PB, 2012. ....	13
<b>Figura 3.</b> Recipientes de armazenamento de água (A), sistema de irrigação por gotejamento (B, D) e distribuição de água salina e não salina (C). São João do Rio do Peixe-PB, 2012....	14
<b>Figura 4.</b> Valores médios de concentração elétrica do solo nos diferentes tratamentos empregados na cultura da melancieira. Tratamentos: não salino NS ( $0,3d\text{ Sm}^{-1}$ ), salino - S ( $4,0d\text{ Sm}^{-1}$ ), solo sem esterco - SOL, nitrato de potássio - KN, prolina - PROL. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.....	18
<b>Figura 5.</b> Fotossíntese líquida (A e B) de plantas de melancia irrigadas com água salina e submetidas aos osmorreguladores nitrato de potássio, prolina e a esterco bovino. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.....	19
<b>Figura 6.</b> Condutância estomática (A e B) de plantas de melancias submetidas aos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio com presença e ausência de esterco bovino. São João do Rio do Peixe-PB, 2012. ....	20
<b>Figura 7.</b> Transpiração (A e B) de plantas de melancias submetidas à presença e ausência de esterco bovino e aos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012. ....	21
<b>Figura 8.</b> Concentração intercelular de $\text{CO}_2$ de plantas de melancias submetidas à adubação orgânica com esterco bovino e aos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe- PB, 2012. ....	22
<b>Figura 9.</b> Número de folhas por planta na melancieira submetida a irrigação com água salina e osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.....	23
<b>Figura 10.</b> 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. São João do Rio do Peixe-PB, 2012. ....	24
<b>Figura 11.</b> 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. São João do Rio do Peixe-PB, 2012. ....	25
<b>Figura 12.</b> Massa seca total (A) e massa seca do fruto (B), de melancias irrigadas com água salina ( $4,0\text{ dS m}^{-1}$ ) e não salina ( $0,3d\text{S m}^{-1}$ ). São João do Rio do Peixe-PB, 2012. ....	26

<b>Figura 13.</b> Número de frutos de melancias submetidas aos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012. ....	27
<b>Figura 14 .</b> Massa média dos frutos de melancias submetidas à adubação com esterco bovino e irrigadas com água salina ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e não salina ( $0,3\text{dS m}^{-1}$ ). São João do Rio do Peixe-PB, 2012. ....	28
<b>Figura 15.</b> Produção de frutos de melancias irrigadas com água salina e submetidos a aplicação dos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.....	29

## RESUMO

FERREIRA, Elisdianne Freires. **Adubação orgânica, nítrica e aplicação exógena de prolina em melancia irrigada com água salina**. 2014. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2014<sup>1</sup>.

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”, no período de 14/07/12 a 16/09/2012. 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<sup>-1</sup>), dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,3 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>) e dose dos osmorreguladores prolina (5 mmol L<sup>-1</sup>) e N na forma de nitrato de potássio (5 mmol L<sup>-1</sup>). As características avaliadas foram: taxa fotossintética (*A*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), transpiração (*E*), concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*), número de folhas, área foliar, massa seca das folhas, do caule, dos frutos e total, massa média de frutos, número de frutos por planta e produção de frutos. A utilização de água com baixa condutividade elétrica (0,3 dS m<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>). A prolina foi mais eficiente que KNO<sub>3</sub> no processo de osmorregulação da melancieira por proporcionar maior desempenho na fotossíntese, concentração intercelular de CO<sub>2</sub>, número de folhas e produção de melancia. O esterco proporcionou alterações fisiológicas, morfológicas e de produção em plantas de melancia irrigadas com água salina.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatu*. Salinidade. Esterco Bovino. Nitrato de Potássio.

---

<sup>1</sup> Orientador: Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira, CCTA/UFCG

## ABSTRACT

FERREIRA, Elisdianne Freires. **Organic fertilization, nitric and exogenous application of proline in watermelon irrigated with saline water.** 2014. Dissertation (MSc in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2014<sup>2</sup>.

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', in the period from 14/07/12 to 16/09/2012. 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<sup>-1</sup>), two levels of salinity of irrigation water (0.3 and 4.0 dS m<sup>-1</sup>) and doses of proline (5 mmol L<sup>-1</sup>) and N in the form of potassium nitrate. The characteristics evaluated were: dry photosynthetic rate (A), stomatal conductance (gs), transpiration (E), intercellular CO<sub>2</sub> concentration (Ci), leaf number, leaf area, dry mass of leaves, stem and fruit and total dry mass, production of fruits, average fruit weight and number of fruits per plant. The use of water with low electrical conductivity (0.3 dS m<sup>-1</sup>) was more effective in improving the physiology, growth and yield on watermelon in relation to water with high salt concentration (4.0 dS m<sup>-1</sup>). Proline was more efficient than KNO<sub>3</sub> in the osmoregulation of watermelon process by providing higher performance in photosynthesis, intercellular CO<sub>2</sub> concentration, leaf number and production. The manure provided physiological, morphological changes and production in watermelon plants subjected to irrigation with saline water.

**Keywords:** *Citrullus lanatus*. Salinity. Cattle manure. Potassium Nitrate.

---

<sup>2</sup> Orientador: Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira, CCTA/UFCG

## 1 INTRODUÇÃO

Na atualidade a situação da água é preocupante, não somente quanto à quantidade dos recursos hídricos disponíveis, como também quanto a sua qualidade. 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 (MORENO CORELLES et al., 1997 citado por ALMEIDA 2010).

A irrigação é uma técnica baseada no princípio de fornecimento da necessidade hídrica para produção vegetal, entretanto, quando manejada de forma inadequada, pode acarretar problemas ambientais imensuráveis, como a degradação dos recursos solo e 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 (FERREIRA NETO et al., 2007; SOARES et al., 2007).

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).

A cultura da melancia a exemplo de outras olerícolas tem na nutrição mineral, um dos fatores que contribuem diretamente na produtividade e na qualidade dos frutos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005). Araújo et al. (2011) trabalhando com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio, verificaram efeito significativo do nitrogênio sobre o rendimento da melancia, entretanto, há divergências nas doses de nitrogênio para maximizar as produtividades.

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  $12 \text{ mmol L}^{-1}$  por planta, correspondendo a um aumento na produção de  $2,5 \text{ t ha}^{-1}$  (LACERDA et al., 2012).

Na região Nordeste, o aumento da população e a pressão econômica pela produção de alimentos tem resultado no aumento de áreas com solos degradados por salinidade e sodicidade, em virtude da expansão das áreas irrigadas em terras marginais, do uso de águas salinas na irrigação, do manejo inadequado da água e do solo e da ausência de drenagem, com grandes prejuízos para a economia regional (RIBEIRO, 2010). Com base no exposto, objetivou-se avaliar técnicas de manejo, como 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.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Qualidade da água para irrigação

A qualidade da água pode ser determinada a partir de parâmetros como a condutividade elétrica, sodicidade e toxicidade de íons (cátions e ânions), afim de, prevenir danos aos solos e as plantas pelo acúmulo de sais. O monitoramento desses parâmetros é de suma importância, pois, a água, estando inadequada pode trazer problemas para a preservação dos recursos naturais e para saúde humana. A condutividade elétrica (CE) é o parâmetro mais empregado para expressar a concentração de sais solúveis na água, e como esta aumenta com a temperatura ambiente, o valor é medido a uma temperatura de referência geralmente 25°C. As águas dividem-se em quatro classes de acordo com a concentração total de sais solúveis (C1, C2, C3 e C4) representando as respectivas condutividades elétricas de 0-0,25; 0,25-0,75; 0,75-2,25; 2,25-4,00 dS m<sup>-1</sup> (RICHARDS, 1954).

Outros parâmetros são a Percentagem de Sódios Trocável – PST (proporção relativa de sódio em relação aos outros cátions ou capacidade de infiltração do solo), a razão de adsorção de sódio – meq L<sup>-1</sup>(RAS) como indicador de sodicidade, Total de Sais Dissolvidos – TSD e concentração de bicarbonato (BERNARDO et al., 2005; COSTA et al., 2005; HOLANDA et al., 2010; REIS et al., 2011).

A salinidade e a toxicidade são os principais problemas relacionados à qualidade da água de irrigação, onde o primeiro refere-se ao acúmulo de sais solúveis no solo ao ponto de interferir no desenvolvimento das culturas e a toxicidade são os efeitos danosos causados por íons como o sódio, cloreto e boro levando a queda na produtividade ou até mesmo perda da planta (GONDIM et al., 2003; HOLANDA et al., 2010).

As águas de irrigação podem conter de 0,1 a 0,4 toneladas de sais por mil metros cúbicos e, como geralmente, se aplicam ao solo anualmente de 10 a 15 mil metros cúbicos de água por hectare, são aportados ao solo de 1,0 a 60, 0 toneladas de sal que podem incorporar-se ao solo anualmente (ALMEIDA, 2010).

Na Região Nordeste, as águas usadas nas irrigações são geralmente provenientes de rios, açudes e poços tubulares. Cerca de 70% dessas águas são de baixa a média salinidade, apresentando com algumas exceções, valores abaixo de 0,75 dS m<sup>-1</sup>. São águas consideradas de boa qualidade e não apresentam maiores problemas para irrigação. No entanto, para que

não haja problemas com a conservação do solo e com o desenvolvimento das culturas faz necessário um manejo racional da irrigação, envolvendo tanto a economia de água, como os aspectos qualitativos, considerando as características físico-químicas, o manejo do solo, a resistência dos cultivos, o clima, o método de irrigação e drenagem, a fim de prevenir a salinização do solo, de modo a maximizar os rendimentos agrícolas (CORDEIRO, 2001; ALMEIDA, 2010; HOLANDA et al., 2010; MEDEIROS et al., 2010).

Avaliando a qualidade de águas do cristalino dos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, Silva Júnior. et al. (1999) concluíram que em geral são cloretadas sódicas com poucas restrições de uso para irrigação. Da mesma forma, Morais et al. (1998) trabalhando com resultados de mil amostras de água do banco de dados da UFERSA (1990-1995) observaram que 73,08% são de salinidade de média a baixa porém, 60% das amostras apresentaram risco de toxidez de sódio ou cloreto requerendo um manejo e tipo de irrigação adequado.

## 2.2 Salinidade

Em condições naturais, tanto os solos como as águas contém sais. No solo, a concentração dos sais varia, principalmente, conforme sua origem, presença de matéria orgânica, adubação e manejo. Os solos afetados por sais podem ser considerados como: a) salinos – quando a CEes é  $> 4 \text{ dS m}^{-1}$  a PST é  $< 15\%$  e o pH é  $< 8,5$  ou seja, quando a concentração de sais em solução se eleva a ponto de provocar estresse osmótico às plantas; b) sódicos – caracteriza-se por apresentar PST  $>$  ou igual a  $15\%$  e a CEes  $< 4 \text{ dS m}^{-1}$  com um pH geralmente, entre,  $8,5$  e  $10$  ou seja, quando a percentagem de sódio trocável é alta; e c) salino-sódico – quando a PST atinge valores maiores ou iguais a  $15\%$  e os níveis de salinidade permanecem altos, com uma CEes  $>$  ou igual a  $4 \text{ dS m}^{-1}$  e pH geralmente menor ou igual a  $8,5$ . Em geral, ocorre devido à presença de determinadas espécies iônicas, como os cátions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e os ânions  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  (FERREIRA et al., 2010; RIBEIRO, 2010; MEDEIROS et al., 2010).

Em regiões áridas e semiáridas as concentrações de sais no solo podem atingir valores elevados, isso ocorre devido às características climáticas dessas regiões, com elevadas taxas evaporação e transpiração além da baixa precipitação, possibilitando a ascensão de sais pela superfície do solo, esse fenômeno é denominado de salinização primária, ocorrendo sem a interferência do homem (MEDEIROS et al., 2010).

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 cerca de 25% de suas áreas apresentam problemas de salinidade. No entanto, 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. Esse processo ainda pode ser intensificado pela aplicação de fertilizantes de forma excessiva e pouco parcelada ao longo do ciclo cultural, o que induz as plantas a uma condição de estresse (OLIVEIRA et al., 2010).

### 2.2.1 Efeito dos sais sobre o solo

Um solo é considerado salino quando a quantidade de sais existentes é capaz de prejudicar o desenvolvimento das culturas, devido às alterações na qualidade físico-química desses solos. Para a maioria das culturas isso ocorre quando a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é igual ou superior a  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Ante esta condição, torna-se imprescindível o conhecimento do status salino no solo e da água, bem como quais os sais que estão se acumulando, uma vez que os mesmos atuam diferentemente sobre a estrutura do solo (ANDRADE et al.; 2010; HOLANDA et al., 2010).

O efeito dos sais sobre a estrutura do solo ocorre, basicamente, pela interação eletroquímica existente entre os cátions e a argila. O conteúdo da argila no solo afeta a capacidade de adsorção de íons que, por sua vez, influencia as propriedades físico-hídricas do mesmo. Devido ao processo da argila expansiva, esta começa a se dispersar, suas partículas são lixiviadas, juntamente com a água de percolação, ocupando os espaços porosos e elevando a densidade do solo, qualquer excesso de água causará encharcamento, impedindo a germinação de sementes, crescimento radicular das plantas, além de falta de aeração. A redução da porosidade natural e o maior adensamento do solo podem ocasionar limitações na disponibilidade de ar e água para as plantas e aumentar a resistência para o crescimento das raízes, além de proporcionar maiores problemas para a infiltração da água no perfil (SANTI et al., 2002; SPERA et al., 2008; MEDEIROS et al., 2010).

O acúmulo de sais solúveis no solo, inclusive o sódio, acarreta ainda problemas como redução do potencial osmótico da solução do solo, alterações no pH, desbalanceamento nutricional causado pela queda da disponibilidade dos íons cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{++}$ ) e

potássio ( $K^+$ ), em função do aumento da concentração de  $Na^+$  na solução do solo, desestruturação de seus agregados e no caso dos solos sódicos tornam-se adensados, compactados quando secos e dispersos e pegajosos quando molhados; promove a perda da fertilidade, aumenta a vulnerabilidade do solo à erosão, como também, a contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas (FREIRE; FREIRE, 2007; ALMEIDA et al., 2010; DIAS; BLANCO 2010; MEDEIROS et al., 2010).

### 2.2.2 Efeito dos sais sobre as plantas

O estresse é geralmente um fator externo que exerce influência desvantajosa sobre a planta ou a aptidão dessa planta para enfrentar um ambiente desfavorável. Na maioria dos casos, o estresse é medido em relação à sobrevivência da planta, produtividade agrícola, crescimento (acumulação de biomassa) ou aos processos primários de assimilação (absorção de  $CO_2$  e de minerais), que estão relacionados ao crescimento geral. O estresse salino resulta do acúmulo de sais no solo, que reduz o crescimento e a fotossíntese de espécies sensíveis (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A salinidade provoca o efeito osmótico, por dificultar a absorção de água, provocando seca fisiológica; o desbalanço nutricional, devido à elevada concentração de íons (sódio) que inibe a absorção de outros nutrientes; a toxicidade de íons específicos (cloro, sódio e boro) e a interferência dos sais nos processos fisiológicos, influenciando negativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas (DIAS; BLANCO, 2010; SILVA, 2011).

Dentre as estratégias bioquímicas utilizadas pelas plantas para tolerar o estresse salino pode-se citar o acúmulo ou exclusão seletiva de íons, controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas, compartimentalização de íons em nível celular (vacúolos) e estrutural (folhas), síntese de osmólitos, alterações nas vias fotossintéticas, modificações na estrutura de membrana, indução de enzimas antioxidantes e hormônios (ESTEVEZ; SUZUKI, 2008).

Plantas mais tolerante ao estresse salino aumentam a concentração de solutos no seu interior, sendo o acúmulo de solutos orgânicos ou osmólitos na planta considerados comuns em resposta ao estresse salino (LACERDA et al., 2003). As plantas precisam manter seu potencial hídrico interno abaixo daquele verificado no solo para a absorção de água, manutenção do turgor e crescimento. Para isso requerem um aumento no seu potencial osmótico-hídrico quer seja através da absorção de íons do solo ou pela síntese e acúmulo de

solutos orgânicos compatíveis. Carboidratos solúveis, aminoácidos, glicina betaína e prolina são alguns dos solutos orgânicos mais comuns encontrados nas plantas sob condições salinas atuando no processo de ajuste osmótico em muitas culturas (HASEGAWA et al., 2000).

Além do efeito osmótico da salinidade sobre as plantas e dos efeitos específicos, que podem ser de natureza tóxica ou de desbalanço nos nutrientes essenciais, existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta. Por outro lado, nitrogênio amoniacal reduz os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  na planta, diminuindo a permeabilidade seletiva da membrana radicular, proporcionando aumento na absorção de cloreto, quando o mesmo encontra-se em concentração elevada no meio. Em tomate tem-se verificado reduções nos teores de  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  com o aumento das doses de N e K, respectivamente (KAFKAFI, 1984).

Segundo Furtado et al. (2012) a melancia é considerada medianamente tolerante ao estresse salino, apesar de reduções em sua produtividade terem sido comuns quando irrigada com água de elevada concentração salina. Segundo Doorenbos e Kassam (1994), a tolerância da melancia à salinidade se assemelha muito a do melão, nas condições de manejo do solo, adubação, irrigação e tratos culturais. Esses mesmos autores relatam que a redução no rendimento chega a atingir 50%, quando se utiliza água de irrigação com salinidade de  $4,2 \text{ dS m}^{-1}$ . Marinho et al. (2002) trabalhando com as cultivares de melancia Crimson Sweet, Charleston Gray e Fairfax submetidos a níveis de salinidade da água de irrigação, observaram que a partir de  $2,27 \text{ dS m}^{-1}$  houve decréscimos no crescimento vegetativo em todas as cultivares avaliadas.

### 2.3 Adubação com nitrogênio e potássio

Entre as principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade dos cultivos, está o suprimento nutricional, sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas, perfazendo 2% de sua massa seca total (CHAVES et al., 2011). O nitrogênio é um nutriente essencial à vida vegetal, pois constitui estruturas do protoplasma da célula, da molécula da clorofila, dos aminoácidos, das proteínas e de várias vitaminas, além de influenciar as reações metabólicas das plantas; proporciona aumento do desenvolvimento vegetativo e do rendimento da cultura, porém o excesso pode tornar os frutos aquosos, afetar a frutificação, além de promover muitas modificações morfofisiológicas

na planta que estão relacionados à fotossíntese, respiração, ao desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética (CARMELLO, 1999; ANDRADE JÚNIOR et al., (2006).

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. A maioria dos estudos indica que a absorção ou acúmulo de nitrogênio na parte aérea pode ser reduzido pelas condições de salinidade (GHEYI et al., 2010). Esse nutriente tem sido usado como uma alternativa para reduzir o efeito da salinidade sobre as culturas (KAFKAFI, 1984). Diante disso, o aumento da aplicação de doses de fertilizantes em cultura de espécies sensíveis, poderá elevar esta relação nas folhas e promover assim, o aumento na tolerância da cultura à salinidade. O N tem como principal fonte o nitrato, sendo este mais abundante do que o amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em torno das raízes (NOBRE et al., 2010). O nitrogênio na forma de nitrato é absorvido pelas raízes das plantas, podendo ser reduzido ou armazenado nos vacúolos, ou translocado para a parte aérea, onde será reduzido ou armazenado nos vacúolos foliares (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O nitrogênio e o Potássio são os nutrientes exigidos e extraídos em maior quantidade pela planta de melancia, sendo que o nitrogênio é o elemento responsável pela fotossíntese, respiração e crescimento vegetal, já o potássio está relacionado com a qualidade dos frutos (CARMELLO, 1999; GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; FELTRIM, 2010).

O potássio é um macronutriente essencial que atua na ativação de várias enzimas, envolvidas na respiração e na fotossíntese, manutenção do equilíbrio iônico e da turgidez das células, controle da abertura e fechamento dos estômatos, está envolvido na síntese das proteínas, síntese e degradação de amidos, transporte de carboidratos no floema, atua no controle osmótico das células, confere resistência às secas, geadas e salinidade do solo, e também está envolvido nos mecanismos de defesa das plantas às pragas e doenças, além de melhorar a qualidade dos frutos (YAMADA et al, 2005; ALBUQUERQUE et al., 2012).

#### 2.4 Prolina

A prolina é um aminoácido amplamente conhecido e sua produção ocorre de forma natural em plantas superiores. Normalmente se acumula em grandes quantidade em resposta a estresses ambientais (KAVI KISHORE et al., 2005), como alta salinidade, déficit hídrico,

temperaturas extremas, metais pesados, presença de patógenos, deficiência nutricional, poluição atmosférica e radiação ultravioleta (SIRIPORNADULSIL et al., 2002). A presença do estresse induz a síntese de prolina, sendo que a concentração desse aminoácido, nessas condições, varia entre as espécies vegetais e depende do nível do estresse ao qual foram expostas (DELAUNEY; VERMA, 1993).

Sabe-se que a prolina desempenha um importante papel na tolerância das plantas ao estresse, principalmente devido à sua propriedade osmoprotetora. Durante situações de seca e alta salinidade, o seu acúmulo resulta em aumento na osmolaridade da célula, que leva ao influxo de água ou redução no efluxo e promove a manutenção do turgor necessária para a expansão celular (KAVI KISHORE et al., 2005).

A aplicação exógena de prolina também pode conferir proteção contra o estresse oxidativo em células vegetais. Em cultura de células de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) a prolina aliviou os sintomas do estresse oxidativo induzido pela salinidade (HOQUE et al., 2008).

Como a prolina pode exercer um papel na proteção contra espécies reativas de oxigênio (ERO), como sinalizador celular, ou mesmo no ajuste osmótico, alguns autores têm, mais recentemente, postulados esses efeitos benéficos para o acúmulo de prolina em plantas sob condições de estresse salino, em outras culturas, como milho (TURAN et al., 2009), arroz (LIMA et al., 2004) e sorgo forrageiro (OLIVEIRA et al., 2006).

Na maior parte das espécies, a tolerância ao estresse pode variar com os estágios de desenvolvimento, como também, é crítico para determinar a fase de crescimento em que a aplicação exógena de prolina pode ser a mais eficaz (ASHRAF, 1994; FOOLAD, 2000).

No arroz, enquanto que 30 mM de prolina foi a concentração mais eficaz para melhorar a germinação e o crescimento das plântulas sob estresse salino, concentrações maiores (40 ou 50 mM) resultou em redução no crescimento da planta e baixou a proporção  $K^+/Na^+$  das folhas (ROY et al., 1993). Em calos de alfafa (*Medicago sativa*), 10 mM de prolina foi a concentração mais efetiva na melhora da germinação e crescimento de mudas em estresse salino, as concentrações mais elevadas não foram benéficas (EHSANPOUR; TATAHIAN, 2003). No meloeiro, a aplicação exógena de prolina na concentração de 10 mmol L<sup>-1</sup> 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).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2 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 14/07 a 16/09/2012, 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 (IBGE, 2011).

O clima da região, conforme a classificação climática de Koppen, adaptada ao Brasil (COELHO; SONCIN, 1982) é do tipo BSh, que representa clima semiárido quente e seco com precipitação média de 750mm ano<sup>-1</sup> e evaporação média anual de 2000mm.

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 a metodologia da EMBRAPA (1997) e dados na tabela abaixo.

**Tabela 1.** Cátions, ânions e parâmetros presentes na análise do extrato de saturação do solo, CCTA, São João do Rio do Peixe-PB, 2012.

Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
<b>mmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup></b>							
1,25	3,75	0,32	3,15	12,5	1,25	3,75	0,78
<b>pH</b>		<b>CEes</b>	<b>RAS</b>		<b>CRS</b>	<b>Soma de Bases</b>	
<b>-log[H<sup>+</sup>]</b>		<b>dSm<sup>-1</sup></b>	<b>(mmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup></b>		<b>mmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup></b>	<b>mmol<sub>c</sub>L<sup>-1</sup></b>	
7,99		0,5671	1,99		0	8,4	

Os dados climatológicos foram coletados durante todo o período da pesquisa em estação climatológica semiautomática, próximo ao local experimental (AESAs 2012). Os valores encontram-se representados na tabela 2.

**Tabela 2** - Média dos dados climáticos coletados durante a condução do experimento. São João do Rio do Peixe – PB, 2012.

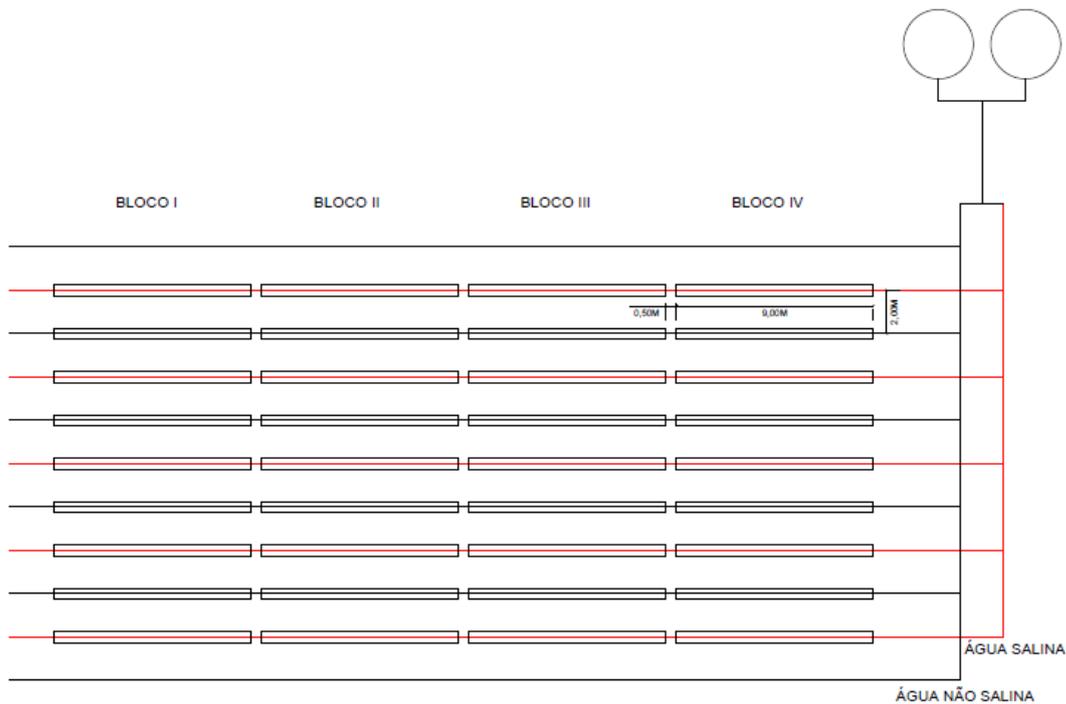
<b>Variáveis climáticas</b>		<b>Médias</b>
Temperatura do ar (°C)	Mínima	24,61
	Máxima	37,59
Umidade relativa (%)	Mínima	20,19
	Máxima	50,72

### 3.3 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos por duas doses de esterco bovino (0 e 20 t ha<sup>-1</sup>) essas doses foram escolhidas com base na recomendação para a cultura da melancia. A dose 20 t ha<sup>-1</sup>, 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 dSm<sup>-1</sup>) e água com concentração (4,0 dSm<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>) e nitrato de potássio 250 Kg ha<sup>-1</sup>). As doses de prolina e de nitrato de potássio foram obtidas previamente com base em experimento realizado em vasos.

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 (Figura 1). 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. De acordo com Ferreira et al., 2003, a tendência no Brasil e em outros países, é a preferência por frutos pequenos de melancia. Para o mercado externo, os consumidores têm buscado frutos pesando entre quatro a seis kilogramas e em casos mais extremos, como no mercado japonês, frutos com aproximadamente 2 Kg (CARMO, 1999).

**Figura 1.** Croqui da área experimental. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.

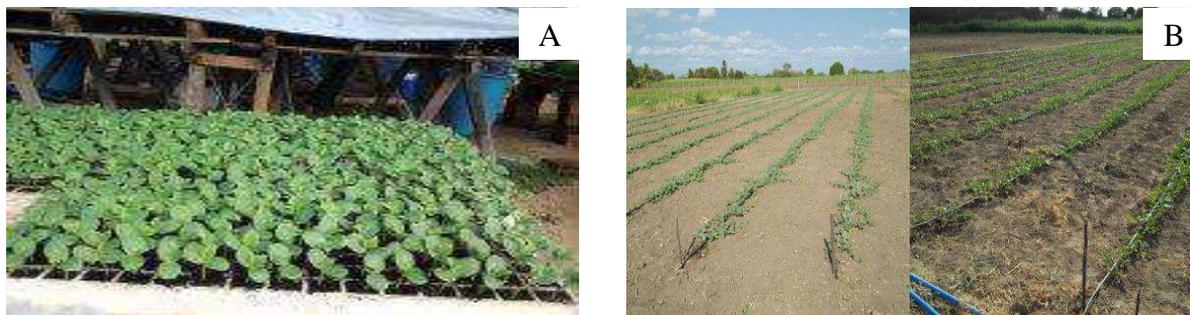


### 3.4 Condução do experimento

As sementes foram adquiridas no comércio, em seguida realizada a produção de mudas em bandejas de poliestireno de 128 células, preenchidas com substrato comercial Tropstrato HT Hortaliças®, as mesmas foram irrigadas com água de abastecimento ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) com auxílio de regadores, de duas a três vezes por dia, onde permaneceram em casa de vegetação por aproximadamente 15 dias após a semeadura (Figura 2A). Em seguida, as mudas foram levadas a campo quando as plantas apresentavam de duas a três folhas definitivas (15 DAS), onde as mesmas passaram a receber os tratamentos logo após o transplante.

As plantas de melancia foram conduzidas no espaçamento de  $2,0 \times 0,5 \text{ m}$ , 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  $576 \text{ m}^2$  conforme mostra a figura 2B.

**Figura 2.** Produção de mudas (A) e área experimental da melanciaira (B). São João do Rio do Peixe-PB, 2012.



Fonte: Francisco Hélio

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, uma linha de plantas eram irrigadas com água de abastecimento ( $0,3 \text{ dSm}^{-1}$ ), outra linha era irrigada com água salina ( $4,0 \text{ dSm}^{-1}$ ) afim de garantir a distribuição dos tratamentos salinos e não salinos em todas as parcelas (Figura 1). 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 50g por parcela semanais, totalizando 8 aplicações ao final do experimento tanto para a prolina como para o nitrato de potássio.

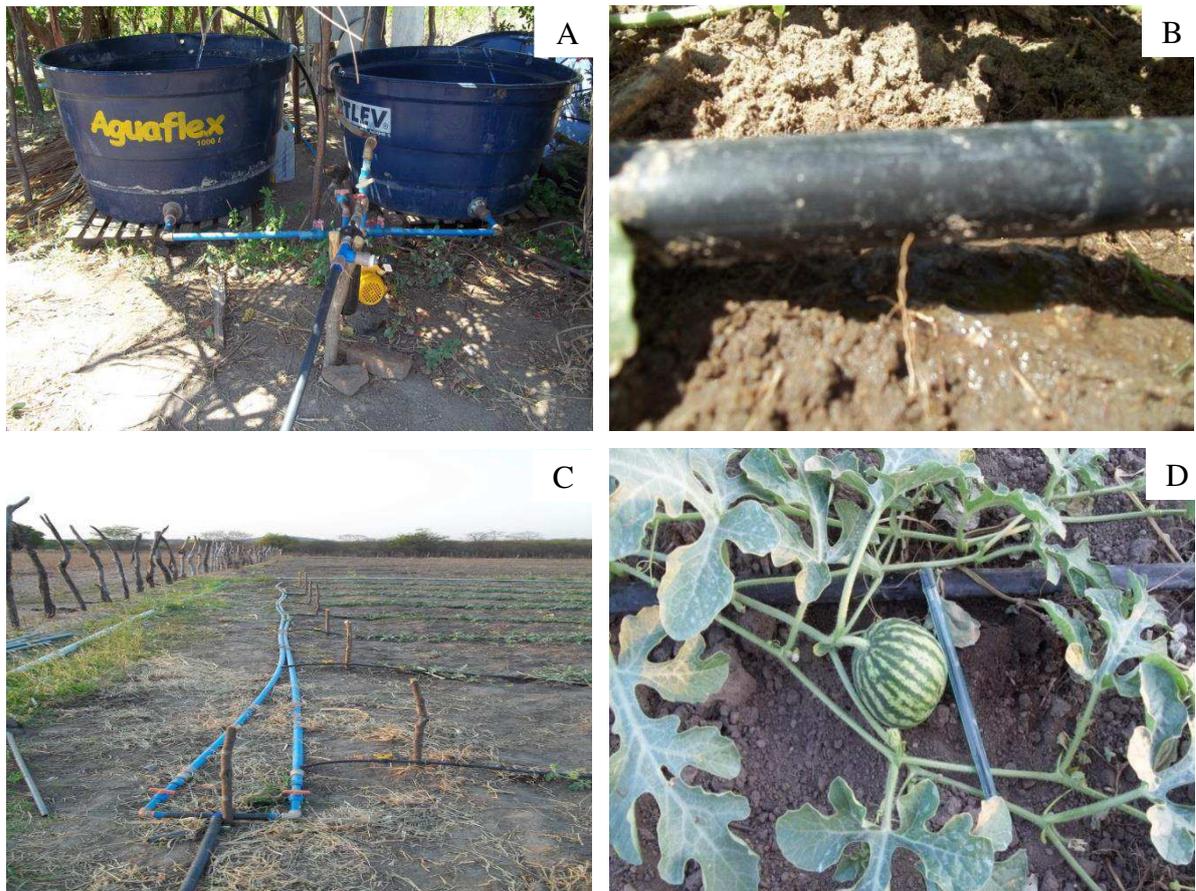
Os macro e micronutrientes foram preparados com base nas quantidades para a preparação de solução nutritiva e fornecidos diariamente via água de irrigação por gotejamento. Os valores totais para os macronutrientes em  $\text{kg ha}^{-1}$  foram de: 284 de N, 85 de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 329 de  $\text{K}_2\text{O}$ , 54 de MgO, 261 de CaO e 72 de  $\text{SO}_4$ . 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  $\text{g ha}^{-1}$  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  $1,6 \text{ L h}^{-1}$  a pressão de 78,5 kPa, com uma distância de 30 cm entre os gotejadores, utilizando-se mangueiras plásticas conforme mostra a Figura 3 B e D.

Os tratamentos eram distribuídos nas parcelas de forma alternada, ou seja, uma linha recebia água salina, outra água normal, de modo que todas as linhas recebessem os tratamentos (Figura 3C).

O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>m</sub>) conforme método proposto por (ALLEN et al., 1998), aplicando-se a metodologia do K<sub>c</sub> da cultura. A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi obtida a partir de dados climáticos obtidos em estação climatológica semiautomática próximo ao local experimental (AESA 2012). 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.

**Figura 3.** Recipientes de armazenamento de água (A), sistema de irrigação por gotejamento (B, D) e distribuição de água salina e não salina (C). São João do Rio do Peixe-PB, 2012.



Fonte: Francisco Hélio

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, 2005). O controle fitossanitário foi realizado com a aplicação preventiva do inseticida Evidence<sup>®</sup> 700 WG logo após o transplante, foram aplicados os fungicidas Dacobre-PM e o Viper<sup>®</sup> afim de evitar a incidência de fungos, tendo todo o cuidado para que as ramas não se misturassem.

## **Características avaliadas**

### **Análises fisiológicas**

As avaliações 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  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ s}^{-1}$ , condutância estomática ( $g_s$ ) em  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , transpiração ( $E$ ) em  $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , e concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ )  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ , medido com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro (Analytical Development, Kings Lynn UK) com fonte de luz constante de  $1.200 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

### **Crescimento e acúmulo de massa das plantas**

As avaliações 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  $\text{cm}^2$ , relacionando a massa seca de oito discos foliares de área conhecida, com a massa seca das folhas, pela equação  $AF = (\text{MSF} \times \text{ADF})/\text{MSD}$ , onde  $AF$  é a área foliar estimada,  $\text{MSF}$  a massa seca total das folhas,  $\text{ADF}$  a área conhecida dos discos retirados das folhas e  $\text{MSD}$  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  $70^\circ\text{C}$ , 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.

## **Produção de frutos**

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.

### **3.5 Análise estatística**

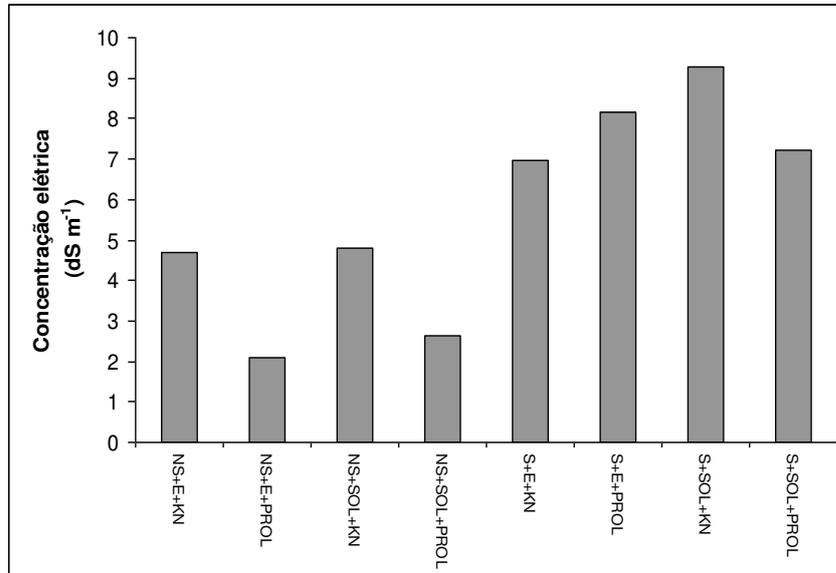
A comparação entre os tratamentos foi realizada por meio de análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SAEG.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando o quadro da análise de variância (anexo 1), verifica-se que houve interação significativa entre os fatores salinidade da água de irrigação e osmorreguladores para fotossíntese líquida (Figura 5) e número de folhas por planta (Figura 9); entre os fatores matéria orgânica e osmorreguladores para concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Figura 8) e entre os fatores salinidade e matéria orgânica para massa média do fruto (Figura 14). Houve efeito isolado em relação à salinidade da água de irrigação para massa seca total (Figura 12A) e do fruto (Figura 12B); em relação à matéria orgânica para a fotossíntese (Figura 5A e 5B), condutância estomática (Figura 6) e transpiração (Figura 7); em relação aos osmorreguladores para condutância estomática (Figura 6), transpiração (Figura 7), produção de frutos (Figura 15) e número de frutos por planta (Figura 13). Para as características área foliar (Figura 10), massa seca das folhas (Figura 11A) e massa seca do caule (Figura 11B) não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Observa-se na figura 4 que o acúmulo de sais foi mais pronunciado no solo quando se aplicou água com maior teor de sais (CE= 4,0 dS m<sup>-1</sup>) em relação a água normal (CE= 0,3 dS m<sup>-1</sup>). Observou-se também um aumento da salinidade do solo quando se aplicou nitrato de potássio em relação à prolina (Figura 4). Possivelmente isso ocorreu devido o nitrato de potássio apresentar alto índice salino. Assim, a utilização da prolina além de atuar no processo de osmorregulação da melanciaira não apresenta efeitos adversos à estrutura físico-química do solo quando comparado ao nitrato de potássio.

**Figura 4.** Valores médios de concentração elétrica do solo nos diferentes tratamentos empregados na cultura da melancia. Tratamentos: não salino NS ( $0,3d\text{ Sm}^{-1}$ ), salino - S ( $4,0d\text{ Sm}^{-1}$ ), solo sem esterco - SOL, nitrato de potássio - KN, prolina - PROL. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.

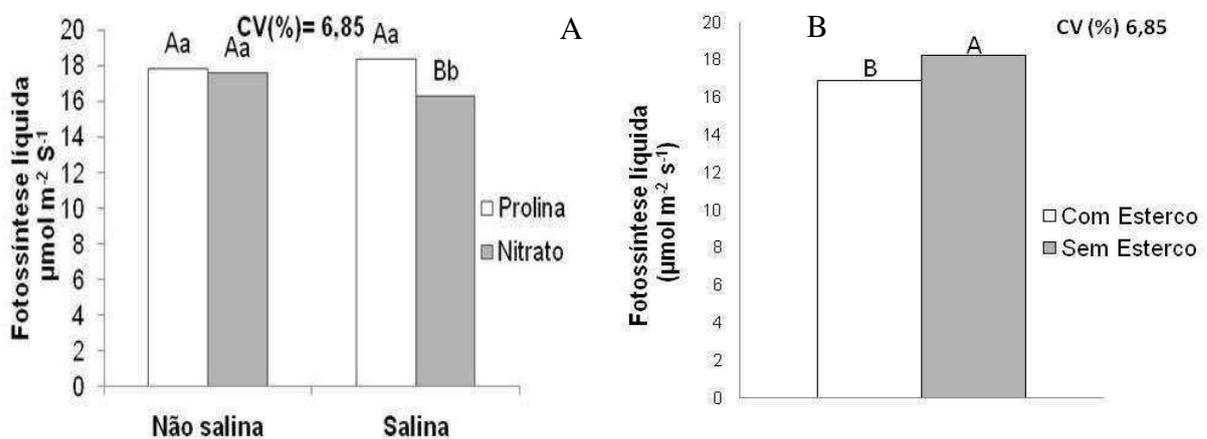


A fotossíntese líquida foi maior quando se utilizou água normal em relação à salina quando a mesma foi combinada com 5 mM de  $\text{KNO}_3$ . Com a aplicação de prolina a utilização de água normal ou salina foi indiferente (Figura 5 A). Possivelmente, a presença do nitrato disponibilizou maiores teores de nitrogênio os quais foram responsáveis pelo aumento da parte vegetativa no tratamento não salino e conseqüentemente, da fotossíntese líquida. Segundo Carmelo (1999) o nitrogênio promove modificações morfofisiológicas na planta, que está relacionada com a fotossíntese, desenvolvimento e atividades das raízes, absorção iônica de nutrientes, crescimento e diferenciação celular. 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 5B).

Góis (2014) trabalhando 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  $\text{KNO}_3$  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 A). Esse resultado demonstra que a prolina aplicada via foliar foi eficiente na redução do estresse salino na melancia, possivelmente esse comportamento promissor da fotossíntese com a adição de

prolina pode ser atribuído a maior abertura estomática, favorecendo assim, maior assimilação de  $\text{CO}_2$ , perda de água por transpiração, equilíbrio osmótico e maior absorção de água pela melanciaira mesmo com o uso de água salina.

**Figura 5.** Fotossíntese líquida (A e B) de plantas de melancia irrigadas com água salina e submetidas aos osmorreguladores nitrato de potássio, prolina e a esterco bovino. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.

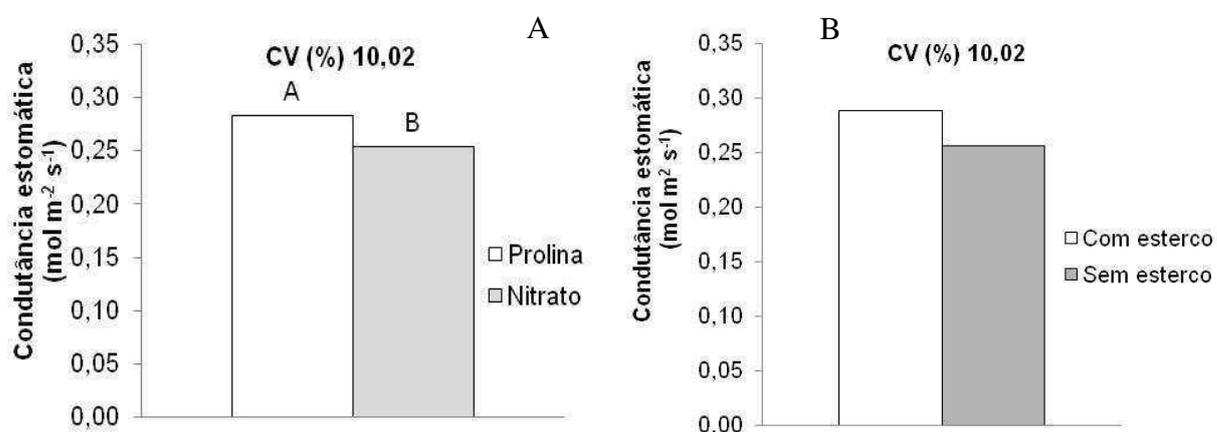


Médias seguidas das letras minúsculas comparam os osmorreguladores dentro de cada salinidade e letras maiúsculas comparam a salinidade dentro de cada osmorregulador. Não salina ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e Salina ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). (Figura 5A) e letras maiúsculas comparam a presença e ausência de esterco bovino (Figura 5B) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se (anexo 1) 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 6 A). Verificou-se, também, que a presença do esterco também favoreceu o aumento da condutância estomática (Figura 6 B). Isso pode ter ocorrido devido à maior disponibilidade de nitrogênio, que segundo Chidini (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.

Para Santos et al. (2010) a regulação eficaz da abertura estomática é fundamental para que as plantas possam ter bom desenvolvimento.

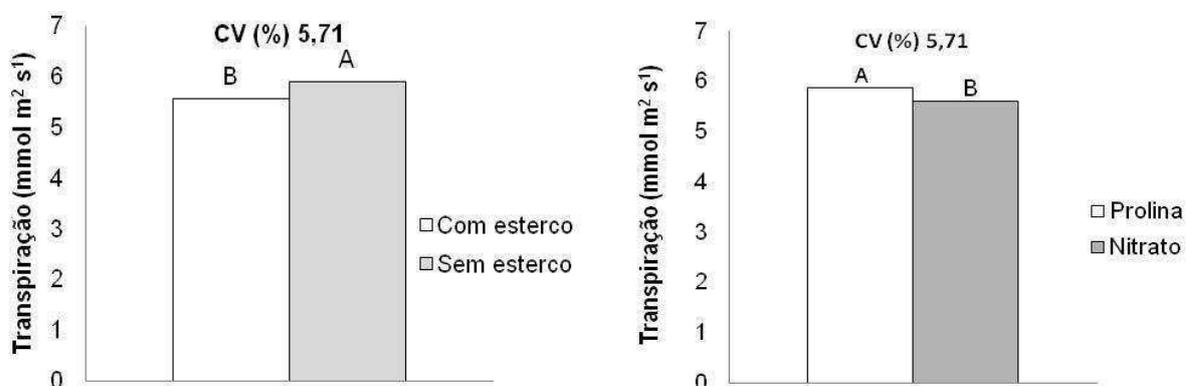
**Figura 6.** Condutância estomática (A e B) de plantas de melancias submetidas aos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio com presença e ausência de esterco bovino. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.



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.

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. 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. Lacerda (2013) comenta que a transpiração comporta-se de forma semelhante à fotossíntese se comparados as plantas irrigadas com água não salina e salina.

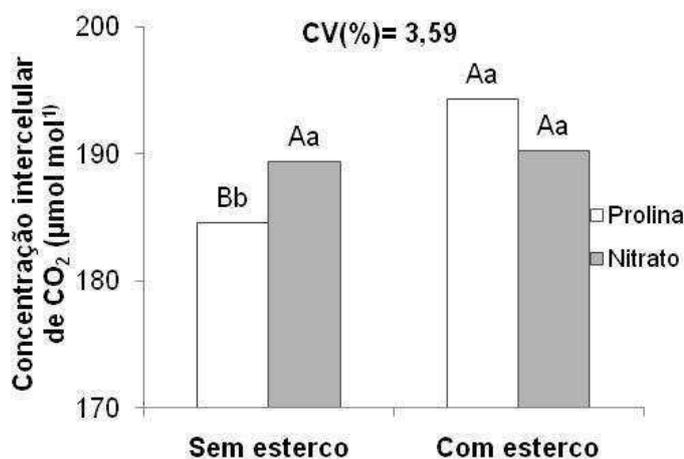
**Figura 7.** Transpiração (A e B) de plantas de melancias submetidas à presença e ausência de esterco bovino e aos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.



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<sub>2</sub> (Figura 8), 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 consequentemente, com a concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Epstein; Bloom, 2006). Segundo Andreola et al. (2000) o nutriente com maior acúmulo no solo em função do uso de esterco é o potássio seguido do cálcio e magnésio. Furtado et al. (2012) obtiveram, em melancia ‘Crimson Sweet’ o valor de 207,00 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, para concentração intercelular de CO<sub>2</sub>.

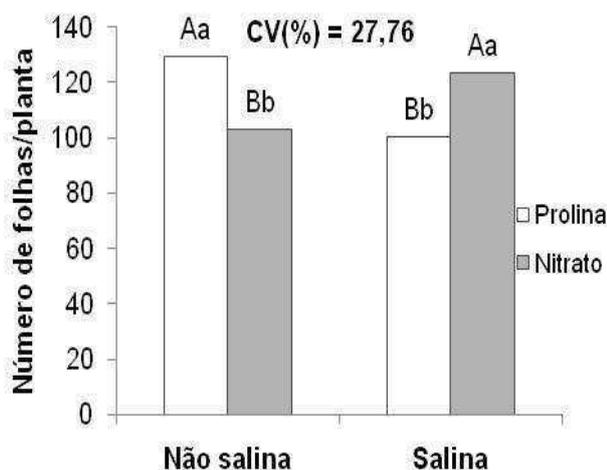
**Figura 8.** Concentração intercelular de CO<sub>2</sub> de plantas de melancias submetidas à adubação orgânica com esterco bovino e aos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe- PB, 2012.



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 5mM de prolina, verificou-se aumento no número de folhas por planta (Figura 9). 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 nitrogênio na forma nítrica é absorvido pelas raízes das plantas, podendo ser reduzido ou armazenados nos vacúolos ou translocado para a parte aérea (TAIZ; ZEIGER 2009). 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 parecidos com estes (120 folhas/planta) foram encontrados por Furtado et al. (2012) quando estudaram o efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino em melancieiras da variedade ‘Crimson Sweet’, obtendo um número de folhas por planta de 117,29.

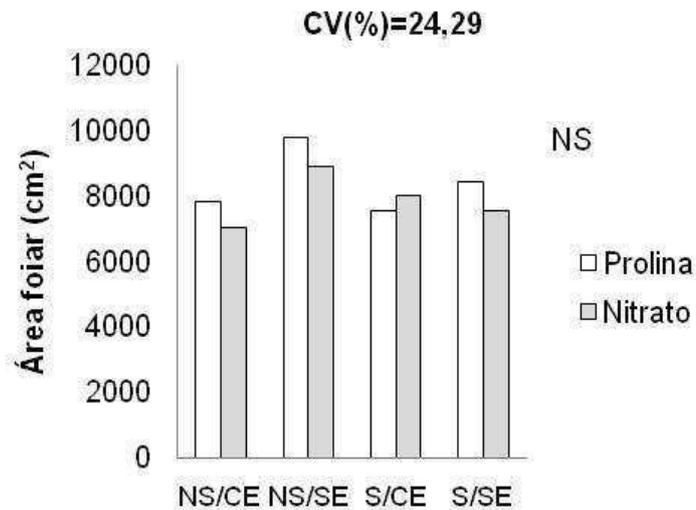
**Figura 9. Número de folhas por planta na melanciaira submetida a irrigação com água salina e osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.**



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 (Figura 10). Verificou-se apenas efeito isolado para os osmorreguladores. 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<sub>2</sub> e luminosidade (Lacerda, 2014).

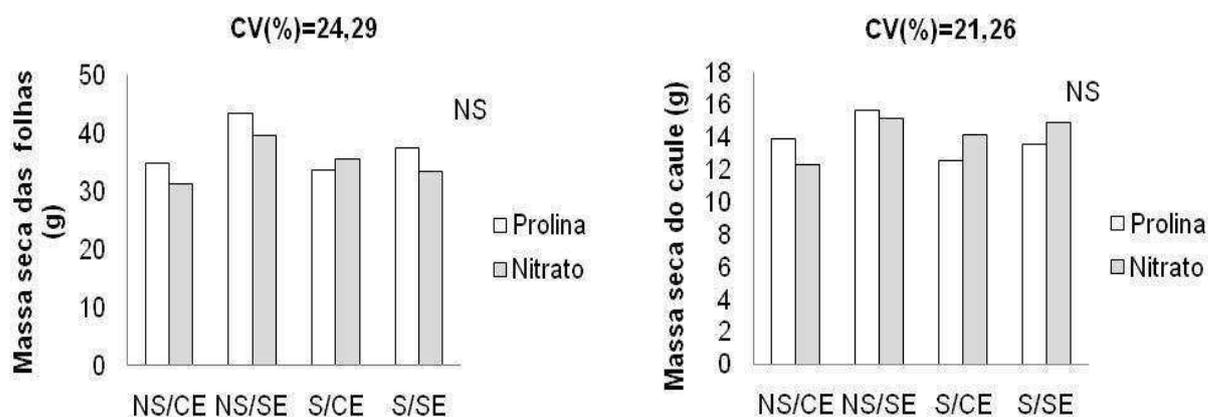
**Figura 10.** Área foliar de plantas de melancia irrigadas com água salina (S), Não salina (NS) e submetidas ou não (SE) à adubação com esterco bovino (CE) e aplicação dos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.



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 11A) e do caule (Figura 11B), porém, houve uma tendência positiva para a prolina que promoveu aumento nessas características. Lacerda (2013) trabalhando com 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<sup>-1</sup> de prolina e de caule (13,79 e 12,05 g por planta) nas concentrações de 7,97 e 9,73 mmol L<sup>-1</sup> de prolina) quando se utilizou água de irrigação normal e salina, respectivamente.

**Figura 11.** 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. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.

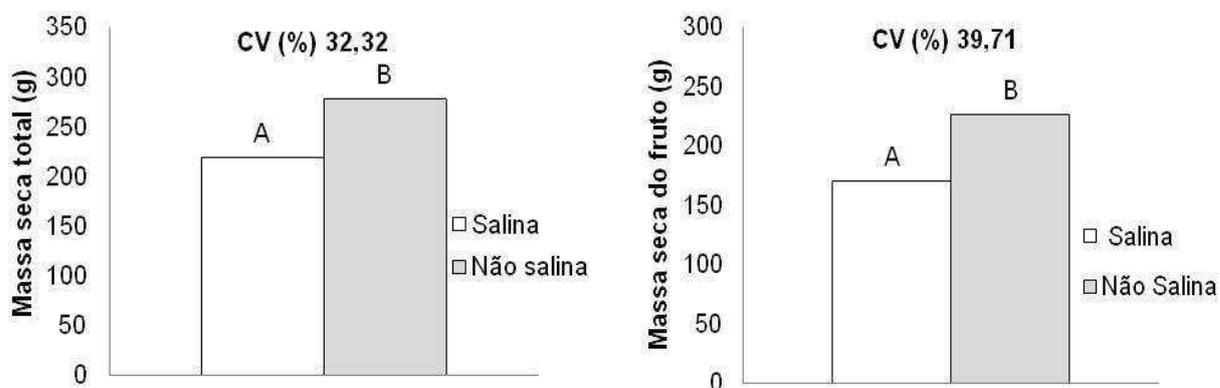


Massa seca das folhas e massa seca do caule não significativa pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve efeito isolado entre a salinidade da água de irrigação para as características massa seca total (Figura 12A) e massa seca de frutos (Figura 12B), 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 conseqüentemente, 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 ( $115,81 \text{ g por planta}$ ) e de frutos ( $69,28 \text{ g por planta}$ ), foi indiferente ao nível de salinidade da água de irrigação. Góis, (2014) obteve em melancia resultados semelhantes onde a maior massa seca total e de frutos foi obtida em água não salina em relação à água salina.

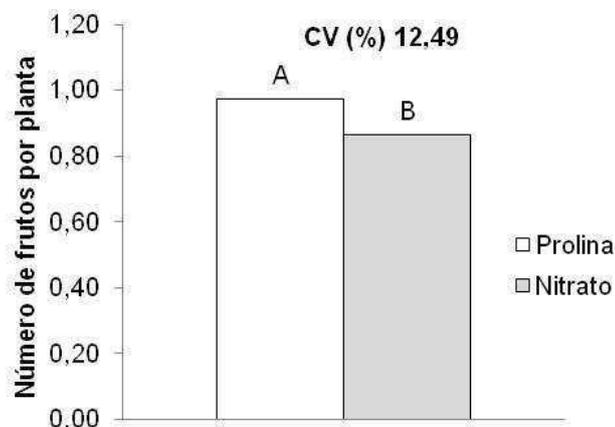
**Figura 12. Massa seca total (A) e massa seca do fruto (B), de melancias irrigadas com água salina ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e não salina ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ). São João do Rio do Peixe-PB, 2012.**



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 13). A prolina foi mais eficiente que o  $\text{KNO}_3$  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  $10 \text{ mmol L}^{-1}$  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  $\text{Na}^+$  na parte aérea sob condições de estresse salino (KAYA et al., 2007).

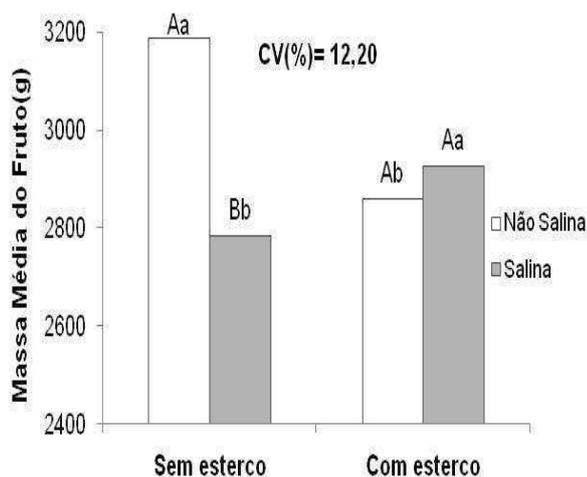
**Figura 13. Número de frutos de melancias submetidas aos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.**



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 14). 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) citam que prejuízos aos vegetais decorrentes da adição de grandes quantidades de adubos orgânicos e podem ser ocasionados por diversos fatores. Entre os quais: presença de quantidades tóxicas de amônia e de sais, principalmente os de potássio (SANTOS et al., 1981). 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).

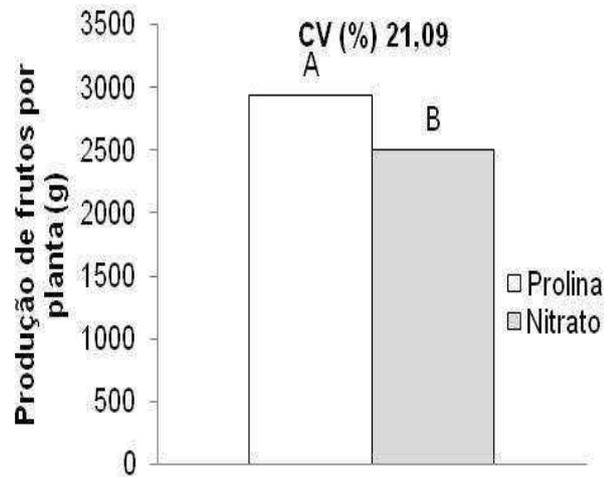
**Figura 14 .** Massa média dos frutos de melancias submetidas à adubação com esterco bovino e irrigadas com água salina ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e não salina ( $0,3\text{dS m}^{-1}$ ). São João do Rio do Peixe-PB, 2012.



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 15), 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. Araújo (2003) cita que os frutos são grandes drenos e acumulam nutrientes como, nitrogênio, fósforo, potássio em maior quantidade e tais nutrientes são exportados juntamente com os frutos. Lacerda (2013) obteve maiores valores de produção de fruto por planta (2,67 e 1,74 Kg) nas concentrações de 10,74 e 8,51  $\text{mmol L}^{-1}$  de prolina, respectivamente. Segundo Medeiros, (2013) 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 15.** Produção de frutos de melancias irrigadas com água salina e submetidos a aplicação dos osmorreguladores prolina e nitrato de potássio. São João do Rio do Peixe-PB, 2012.



Letra maiúscula representa o efeito isolado dos osmorreguladores pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5 CONCLUSÕES

A utilização de água com baixa condutividade elétrica ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi mais eficiente na melhoria dos parâmetros fisiológicos, de crescimento da planta e produção na melancieira em relação a água com elevada concentração de sais ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ );

A prolina foi mais efetiva que  $\text{KNO}_3$  no processo de osmorregulação por proporcionar maior desempenho na fotossíntese no tratamento salino, na concentração intercelular de  $\text{CO}_2$ , número de folhas e produção de melancias irrigadas com água salina.

O  $\text{KNO}_3$  foi proporcionou maior desempenho na fotossíntese em plantas irrigadas com água não salina, no número de folhas em plantas irrigadas com água salina.

O esterco proporcionou alterações fisiológicas (concentração intercelular de  $\text{CO}_2$ ), morfológicas e de produção (massa média de frutos) em plantas de melancia submetidas à irrigação com água salina.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AESA. Dados climatológicos do município de Sousa 2012. Disponível em: <http://pcd.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em 20 de Novembro de 2013.
- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E. F. F.; BEZERRA NETO E.; SOUZA, A. E. R.; SANTOS, A. N. 2012. Nutrientes minerais em pimentão fertirrigado sob lâminas de irrigação e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, vol.30, n<sup>o</sup>.4, p. 681-687, 2012.
- 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**. 1<sup>a</sup> ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010 p. 234.
- ANDRADE, E. M.; MEIRELIS, A.C. M.; PÁLACIO, H. A. Q. **Técnicas de estatística multivariada aplicada a estudos de qualidade de água e solo**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2010.
- ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; FIGUEIREDO JUNIOR, L.G. M.; DANIEL, R.; RIBEIRO, V. Q. Doses de potássio via fertirrigação na produção e qualidade de frutos de melancia em Parnaíba, PI. **Irriga**, v. 10, n. 3, p. 205-214, 2005.
- ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; FIGUEIREDO JUNIOR, L.G. M.; RIBEIRO, V. Q.; SAMPAIO, D. B. Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n. 4, p. 836-841, 2006.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; MENDONÇA, E. S.; OLSZEWSKI, N. Propriedades químicas de uma terra roxa estruturada, influenciadas pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24, n. 3 p. 609-620, 2000.
- ARAÚJO, W. F. **Aspectos nutricionais da cultura do tomateiro**. FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP. 2003. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/aspecnutri.pdf>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2013.
- ASHRAF, M. **Breeding for salinity tolerance in plants**. Critical Reviews in Plant Sciences. Cap. 13, p. 17 - 42, 1994.
- BERNARDO S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. UFV. 2005. p 611.
- CARMELLO, Q. A. C. **Curso de nutrição/fertirrigação na irrigação localizada**. Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, p 59, 1999. Apostila

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetido à fertilização nitrogenada. **Revista Engenharia Ambiental**, v.8, p.126-133, 2011.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Ed. Moderna, 1982. 368p.

COSTA, C.P. de M.; ELOI, W.M.; CARVALHO, C.M. de; VALNIR JÚNIOR, M.; SILVA, M.A.N. da. Caracterização qualitativa da água de irrigação na cultura da videira no município de Brejo Santo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5. n. 2, p.1-15, 2005.

DELAUNEY, A. J.; VERMA, D. P. S. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. **Plant Journal**, v. 4, n. 2, p. 215-223, 1993.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F. F. **Tolerância das plantas à salinidade**. In: In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2010.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de H. R. Gheyi, A. A. de Sousa, F.A.V. Damasceno, J. F. de Medeiros. (FAO. Estudos de irrigação e Drenagem, 33), UFPB, p. 306, 1994.

DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N.; MONTEZANO, E. M. Crescimento de frutos do meloeiro sob diferentes relações fonte: dreno. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 342-347, 2008.

EHSANPOUR, A. A.; FATAHIAN, N. Effect of salt and proline on *Medicago sativa* callus. **Plant Cell**, v. 73, n. 1, p. 53-56, 2003.

EPSTEIN, E; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Planta, p 392, 2006. 2 Ed. Editora Planta. 403p.

ESTEVES, B. S., SUZUKI, M. S. Efeitos da salinidade em plantas. **Ecologia Brasileira**, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.

FELTRIM, A. L. **Produtividade de melancia em função da adubação nitrogenada, potássica e população de plantas**. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal - São Paulo, 2010.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S.; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v.37, n. 6, p.1675-1681, 2007.

FERREIRA P. A; SILVA J. B. L; RUIZ H. A. **Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semi áridas**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2010.

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**, v.29, n. 2, p.231-240, 2009.

FOOLAD, M. R. **Genetic bases of salt tolerance and cold tolerance in tomato**. Current Opinion in Plant Biology. p. 35-49, 2000.

FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). Fertilidade do solo. SBCS, cap.16, p.929-954. 2007.

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**. v. 3, n.1, p. 61-67, 2012.

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 melancia. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 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 melancia**, UFCG, p. 39. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB,

GOMES, E. M.; GHEY, H. R.; SILVA, E. F. F. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p. 355-361, 2000.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido Tide. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-499, 2000.

HOLANDA, J. S. de; AMORIM, J. R. A. de; FERREIRA NETO, M. de.; HOLANDA, A. C. de. **Qualidade da água para irrigação**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2010.

HOQUE, M. A.; BANU, M. N. A.; NAKAMURA, K.; SHIMOISHI, Y.; MURATA, Y. Proline and glycinebetaine enhance antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems and reduce NaCl-induced damage in cultured tobacco cells. **Journal of Plant Physiology**, v. 165, n. 8, p. 813-824, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Relatório de Estação Geodésica: São João do Rio do Peixe. Disponível em: <http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatório.asp?11=1838t>. Acesso em: 05 de Abril de 2014.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I; SHALHEVET, J. (ed.). **Soil salinity under irrigation: processes and management**. Springer-Verlag, p.319-338, 1984.

KAVI KISHORE, P. B.; SANGAM, S.; AMRUTHA, R. N.; LAXMI, P. S.; NAIDU, K. R.; RAO, K. R. S. S.; RAO, S.; REDDY, K. J.; THERIAPPAN, P.; SREENIVASULU, N. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. **Current Science**, Sadashiva Nagar, v. 88, n. 3, p. 424-438, 2005.

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**, v. 60, p. 397-403, 2007.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p. 107-120, 2003.

LACERDA, F. H. D.; PEREIRA, F. H. F.; NEVES, D. da S.; BORGES, F. Q. da C.; CAMPOS JÚNIOR, J. E. Aplicação exógena de prolina na redução do estresse salino em meloeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 218-227, 2012.

LACERDA, F. H. D. **Aplicação exógena de prolina no crescimento, fisiologia e produção da melancia irrigada com água salina**, UFCG, 2013. 39p. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB.

LIMA, M. G. S. et al. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Bragantia**, v.63, n. 3, p. 335-340, 2004.

MACEDO, L. R. G.; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Princípio de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. Agropecuária e ambiente, EPAMIG, **Informe Agropecuário**, v.21, n.202, p.93-98, 2000.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. Nobel, São Paulo, 2002. 200p.

MARINHO, L. B.; SANTOS, J. S.; SANTOS, M. R. et al. Efeito do estresse salino sobre cultivares de melancia no sub-médio São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n.3, p.125-127, 2002.

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**, v.11, p.248-255, 2007.

MEDEIROS, P.R.F. **Salinidade em ambiente protegido**. In: GHEYI H R; DIAS N S; LACERDA C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. INCT Sal, 2010.

MEDEIROS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; BARBOSA, M. A. G.; QUEIROGA, R. C. F.; OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, W. E.S. Crescimento do melão pele de Sapo, em níveis de salinidade e estágio de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n. 6, p. 647 – 654, 2012.

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

MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; OLIVEIRA, M. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, RN. **Caatinga**, v11, n.1, p.75-83, 1998.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. A. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.358-365, 2010.

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**, v. 41, n. 3, p. 358-367, 2011.

OLIVEIRA, L.; A.; A.; BARRETO, L.; P.; BEZERRA NETO, E.; SANTOS, M.; V.; F.; DOS; COSTA, J.; DE C.; A. Solutos orgânicos em genótipos de sorgo forrageiro sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n. 1, p.31-35, 2006.

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, v.6, n.11, p.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, 2005.

REIS, C. F. dos; BOAS, M. A. V.; HERMES, Mercante, E.; HERMES, E., REISDORFER, M. Avaliação da qualidade da água para irrigação em salto do Lontra – PR. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 069-078, 2011.

RIBEIRO M. R. **Origem e classificação dos solos afetados por sais**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2010.

ROY, D.; BASU, N.; BHUNIA, A.; BANERJEE, S. K. Counteraction of exogenous L-proline with NaCl in salt-sensitive cultivar of rice. **Plant Biology**, v. 35, n. 1, p. 69-72, 1993.

SANTI, G.R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SEQUINATTO, L.; OSÓRIO FILHO, B.; KUNZ, M.; FONTINELLI, F. Características físicas do solo da microbacia hidrográfica de Cândido Brum – Arvorezinha-RS.. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 14. **Anais...** UFMT: 2002.

SANTOS, D.; HAESBAERT, F. M.; PUHL, O. J.; SANTOS, J. R. A.; LÚCIOI, A. D. C. Suficiência amostral para alface cultivada em diferentes ambientes. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 800-805, 2010.

SANTOS, G. A.; ROSSIELLO, R. O. P.; FERNANDES, M. S.; O'GRADY, P. C. Efeitos da vinhaça sobre o pH do solo, a germinação e o acúmulo de potássio em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.4, p. 480-494, 1981.

SILVA JÚNIOR, L. G. A. GHEYI, H. R. MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p. 11-17, 1999.

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**, vol. 21, n. 5, p. 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**, v.12, n. 2, p. 235-248, 2007.

SIRIPORNADULSIL, S.; TRAIN, S.; VERMA, D. P. S.; SAYRE, R. T. Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. **Plant Cell**, v. 14, n. 11, p. 2837–2847, 2002.

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

TURAN, M. A.; ELKARIM, A. H. A.; TABAN, N. TABAN, S. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. **African Journal of Agricultural Research**, v.4, n. 9, p. 893-897, 2009.

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**, v. 6, p. 181-190, 2013.



## ANEXOS

**Anexo 1.** Resumo da análise de variância para as características número de folhas, massa seca das folhas, massa seca do caule, massa seca do fruto, massa seca total, área foliar, produtividade, massa média do fruto, número de frutos por planta, concentração intracelular de CO<sub>2</sub>, transpiração, condutância estomática e fotossíntese. São João do Rio do Peixe – PB, 2012.

F.V.	GL	Quadrado médio												
		NFO	MSFO	MSC	MSFR	MSTO	AF	PROD	MMFR	NFRP	CI	E	GS	A
BLOCO	3	1901,2	125,4	24,04	10681,0	12453,6	6408029	252225,4	158534	0,0100	1374,2	4,06	0,0108	3,97
SAL	1	139,9	40,7	1,61	25179,9*	27669,0*	2083833	101907,3	225261	0,0019	48,75	0,25	0,0019	1,22
OSM	1	20,45	45,5	0,33	1878,8	2452,1	2328215	1531979*	157937	0,0957*	1,32	0,59	0,0066	11,0
ESTERCO	1	137,8	174,9	19,60	9,51	430,1	8934562	496879,9	67152	0,0262	228,4	0,88	0,0119	14,7
OSM *SAL	1	4861,3*	14,67	12,69	418,35	775,4	749695,5	41148,63	143043	0,0019	130,0	0,15	0,0011	6,89*
ESTERCO *SAL	1	17,3	111,7	4,20	4680,5	3112,5	5709239	19,53	444790*	0,3667	25,38	0,00025	0,00003	0,49
OSM *ESTERCO	1	6,05	22,17	0,23	69,07	16,66	1132541	8695,5	106844	0,1757	159,7*	0,014	0,0001	1,26
OSM *ESTERCO*SAL	1	7,11	15,69	0,82	43,53	2,97	801765,8	235183,7	123176	0,5425	1,75	0,22	0,0010	3,56
RESIDUO	21	1002,4	76,92	8,89	6220,5	6463,4	3928798	328165,8	128740	0,1319	46,58	0,10	0,0007	1,44
C.V. %		27,76	24,29	21,26	39,7	32,32	24,29	21,09	12,20	12,49	3,59	5,71	10,02	6,85

Obs. OSM – Osmorreguladores, SAL – Salinidade.