



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA

LUANA MENDES DE OLIVEIRA

**FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PITAIA VERMELHA (*Hylocereus costaricensis*)**

MOSSORÓ  
2019

LUANA MENDES DE OLIVEIRA

**FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PITAIA VERMELHA (*Hylocereus costaricensis*)**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linhas de Pesquisa: Propagação vegetativa / Fruticultura

Orientador: Prof. Dr. Vander Mendonça  
Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48f Oliveira, Luana Mendes .  
FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA COMO ATENUANTE  
DO ESTRESSE SALINO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
PITAIA VERMELHA (*Hylocereus costaricensis*)/  
Luana Mendes Oliveira. - 2019.  
84 f. : il.

Orientador: Vander Mendonça.  
Coorientador: Francisco de Assis  
Oliveira.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação  
em Fitotecnia, 2019.

1. Cactáceas. 2. crescimento inicial. 3.  
salinidade. I. Mendonça, Vander , orient. II.  
Oliveira, Francisco de Assis, co-orient. III.  
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUANA MENDES DE OLIVEIRA

**FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PITAIA VERMELHA (*Hylocereus costaricensis*)**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linhas de Pesquisa: Propagação vegetativa / Fruticultura

Orientador: Prof. Dr. Vander Mendonça  
Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira

Defendida em: 06/08/2019.

**BANCA EXAMINADORA**



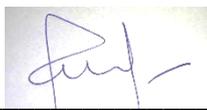
---

Vander Mendonça, Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente



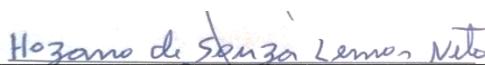
---

Eduardo Castro Pereira, Dr. (Membro externo)  
Membro Examinador



---

Roseano Medeiros da Silva, Prof. Dr. (UERN)  
Membro Examinador



---

Hozano de Souza Lemos Neto, Dr. (UFERSA)  
Membro Examinador

*À minha avó materna, Maria Rebouças (em memória), pelo carinho e exemplo de luta.*  
**DEDICO**

*Aos meus pais, Antônio Lenilson e Iranete Ferreira, aos meus avós paternos, Maria Eurineide e Severino Vitorino, pelo carinho, amor e incentivo durante toda a minha caminhada.*  
**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a DEUS, que sempre me acompanhou nesta longa estrada da vida, me dando força, guiando e protegendo. À irmã Dulce, pela proteção, sabedoria e paciência.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realizar o curso de graduação e mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Antônio Lenilson e Iranete Ferreira, e aos avós Maria Eurineide da Silva e Severino Vitorino, pelo carinho, apoio, amor e exemplo de luta. Vocês são fundamentais na minha vida, eu amo vocês. Muito obrigada por tudo!

À minha família, que esteve sempre ao meu lado e sempre acreditou no meu potencial de conquista, demonstrando sempre o seu carinho e amor, foi por vocês e para vocês.

À minha Amiga Wilma Celedônio, pela paciência, parceria e ajuda durante toda a minha trajetória de vida. Obrigada pela força e incentivos nos momentos difíceis. É uma satisfação grandiosa poder contar com você. Obrigada de coração!

Aos meus amigos e irmãos de vida Elias Ariel e Toni Halan, muito obrigada pela parceria e ajuda durante todas as etapas da pesquisa. Obrigada pela amizade, paciência e por não me deixar desistir. Vocês são presentes que a vida me deu.

Ao meu orientador, Vander Mendonça, pela paciência, conhecimento e aprendizado durante essa etapa. Obrigada por me ensinar que podemos nos superar a cada dia e que desafios foram feitos para serem superados. Saiba que o senhor foi crucial nessa conquista.

Ao meu coorientador, Francisco de Assis, pela confiança, conhecimento, oportunidades e conhecimentos repassados.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Eduardo Castro Pereira, Dr. Roseano Medeiros da Silva e Dr. Hozano de Souza Lemos Neto, pelas correções e valiosas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao coordenador do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Daniel Valadão, e ao secretário, Neto, pelas constantes ajudas e atenção disponibilizada.

Aos meus amigos de convivência de dia a dia, Wallyson Lima e Evanderson Almeida, pelo apoio, paciência e carinho durante a minha caminhada, obrigada por tudo. Vocês também fazem parte disso.

A todos os integrantes do grupo **GPF**, pela parceria e ajuda, pois contribuíram bastante para o desenvolvimento do trabalho.

Ao funcionário Sr. Raimundo, por sempre estar à disposição em ajudar e pela amizade conquistada.

À técnica do laboratório de solos da UFERSA, Paula, e aos bolsistas do laboratório de fisiologia vegetal, Letícia e Assis, pela ajuda nas avaliações do experimento.

À professora Eulene Francisco da Silva, pela troca de conhecimento, parceria, confiança, apoio, carinho e atenção disponibilizada.

Aos meus amigos Anderson, Luciana, Wagner Cezar e Maria Fgênia, pela ajuda e por torcerem verdadeiramente pelo meu sucesso profissional.

Aos meus amigos Jean, Natan e Romário, pelo apoio e carinho. Mesmo com pouco tempo de convivência, vocês também fazem parte dessa conquista.

Aos meus amigos de Apodi e Açu, muito obrigada pela amizade e força nos momentos difíceis, sou muito grata.

Enfim, obrigada a todas as pessoas que contribuíram para a realização de meu trabalho e para meu crescimento como pessoa e profissional. Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.

Muito obrigada, de verdade!

“Tudo o que acontece no universo tem uma razão de ser; um objetivo. Nós como seres humanos, temos uma só lição na vida: seguir em frente e ter a certeza de que apesar de às vezes estar no escuro, o sol vai voltar a brilhar”.

(Irmã Dulce)

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Local da área experimental. Mossoró-RN, 2019.....	32
<b>Figura 2 -</b>	Esquema dos tratamentos na área experimental de pitaia vermelha. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	33
<b>Figura 3 -</b>	Área experimental de mudas de pitaia vermelha. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	33
<b>Figura 4 -</b>	Padronização matrizes de mudas de pitaia vermelha. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	34
<b>Figura 5 -</b>	Preparo das concentrações salinas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	34
<b>Figura 6 -</b>	Sistema de irrigação por microtubos na área experimental de mudas de pitaia vermelha. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	35
<b>Figura 7 -</b>	Avaliação do comprimento dos cladódios (cm) de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	36
<b>Figura 8 -</b>	Avaliação do comprimento dos cladódios (cm) de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	36
<b>Figura 9 -</b>	Análises destrutivas de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	37
<b>Figura 10 -</b>	Análises bioquímicas de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	39
<b>Figura 11 -</b>	Comprimento da parte aérea de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	41
<b>Figura 12 -</b>	Diâmetro do cladódio de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	44
<b>Figura 13 -</b>	Comprimento do sistema radicular (A), massa fresca do sistema radicular (B) e volume de raiz (C) de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	45
<b>Figura 14 -</b>	Massa fresca dos cladódios (A) e massa fresca da matriz (B) de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	48
<b>Figura 15 -</b>	Número de brotação (A) e número de cladódio (B) de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	49
<b>Figura 16 -</b>	Massa seca do cladódio (A), massa seca do sistema radicular (B) e massa seca total (C) de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	51
<b>Figura 17 -</b>	Relação entre parte aérea e raiz de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	53
<b>Figura 18 -</b>	Índice de qualidade de Dickson de mudas de pitaia vermelhas em	

	diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	55
<b>Figura 19 -</b>	Clorofila A (A), clorofila B (B) e clorofila total (C) de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	57
<b>Figura 20 -</b>	Prolina (A), açúcares solúveis totais (B) e aminoácidos livres totais de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	60

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Característica química do substrato antes do experimento. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	69
<b>Tabela 2 -</b>	Característica química do substrato após o encerramento do experimento. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	70
<b>Tabela 3 -</b>	Classificação quanto à tolerância à salinidade, baseando-se na redução da produção total da biomassa seca total. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	38
<b>Tabela 4 -</b>	Quadro de análise de variância para as características morfometrias das plantas de pitaia vermelha ( <i>H. constaciensis</i> ) em concentrações de água salinas e fontes de matéria orgânica.....	71
<b>Tabela 5 -</b>	Comprimento da parte aérea de mudas de pitaia vermelhas em diferentes fontes orgânicas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	41
<b>Tabela 6 -</b>	Massa fresca da matriz de mudas de pitaia vermelhas em diferentes fontes orgânicas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	47
<b>Tabela 7 -</b>	Relação entre parte aérea e diâmetro de cladódio de mudas de pitaia vermelhas em diferentes fontes orgânicas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.....	53
<b>Tabela 8 -</b>	Coefficiente de correlação de Pearson entre as características morfometria: massa fresca dos cladódios (MFCLA), massa fresca da matriz (MFMTRIZ), massa seca da parte aérea (MSP cladódio + matriz), massa seca total (MST), massa fresca do sistema radicular (MSSR), massa seca do sistema radicular (MSSR), volume de raiz (VLRA), índice de qualidade de Dickson (ID), comprimento da raiz (CSR), comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do cladódio (DC), número de cladódio (NC), número de brotação (NB), relação entre parte aérea e raiz (RPAR) e relação parte aérea e diâmetro (RAD).....	72
<b>Tabela 9 -</b>	Quadro de análise de variância para as características bioquímicas das plantas de pitaia vermelha ( <i>H. constaciensis</i> ) em concentrações de água salinas e fontes de matéria orgânica.....	73

## RESUMO

A pitaia vermelha está entre as promissoras frutíferas com elevado potencial de cultivo devido às qualidades organolépticas e funcionais de seus frutos. Entretanto, alguns fatores como a salinidade podem prejudicar o crescimento da muda, afetando seus rendimentos produtivos da cultura, porém algumas alternativas podem ser adotadas. Materiais ricos em substâncias orgânicas podem minimizar os danos provocados pela presença de íons tóxicos no solo e/ou na água. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de fontes de matéria orgânica como atenuante do estresse salino na produção de mudas de pitaia vermelha (*Hylocereus costaricensis*). O experimento foi conduzido no setor de produção de mudas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 x 5, totalizando vinte tratamentos e quatro repetições, sendo duas plantas por unidade experimental. Os tratamentos foram quatro fontes de matéria orgânica (húmus, esterco ovino, biofertilizante, composto orgânico) mais o tratamento controle (arisco + solo), nas seguintes proporções 1:1:1 e três níveis salinidade ( $2,6 \text{ dSm}^{-1}$ ,  $4,6 \text{ dSm}^{-1}$ ,  $6,6 \text{ dSm}^{-1}$ ) e a testemunha teve  $0,6 \text{ dSm}^{-1}$ . Foram avaliadas no final do experimento características morfológicas, bioquímicas e características químicas dos substratos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Observou-se que as plantas responderam negativamente aos efeitos da salinidade, porém os tratamentos com biofertilizante, composto orgânico e esterco ovino, proporcionaram melhores condições no crescimento. Quanto ao critério de avaliação de tolerância à salinidade, as mudas de pitaia vermelha se apresentaram moderadamente tolerantes à salinidade. Conclui-se que as fontes orgânicas biofertilizante, composto orgânico e esterco ovino atenuaram nos efeitos deletérios da salinidade na produção de mudas de pitaia vermelha. A pitaia vermelha mostrou-se moderadamente tolerante aos níveis salinos de  $2,6$ ,  $4,6$  e  $6,6 \text{ dSm}^{-1}$ .

**Palavras-chave:** Cactáceas, crescimento inicial, salinidade.

## ABSTRACT

Red pitaya is one of the most promising fruit trees with high cultivation potential thanks to organoleptic and functional qualities of their fruits. However, some factors, as salinity, may impair the growth of the seedling, affecting the productive yield of the culture, but some alternatives might be adopted. Materials which are abounding in organic substances can minimize the damages provoked by toxic ions on the soil and/or in the water. Thus, the objective of this research was to evaluate the influence of organic material sources as mitigating of saline stress on the production of red pitaya seedlings (*Hylocereus costaricensis*). The experiment was accomplished on seedling production sector of the Federal Rural University of Semiarid. The treatments were arranged in a completely randomized design in a factorial scheme 4 x 5, totalizing twenty treatments and four repetitions, with two plants in each experimental unit. The treatments were four organic material sources (humus, ovine manure, biofertilizer and organic compound) and the control (sand + soil), in the ratio 1:1:1 and three salinity levels (2,6 dSm<sup>-1</sup>, 46 dSm<sup>-1</sup>, 6.6 dSm<sup>-1</sup>) and the control had 0.6 dSm<sup>-1</sup>. Morphological, biochemical and chemical of the substrata were analyzed in the end of the experiment. Data were submitted to variance analysis by the test F (p <0,05). We observed plants responded negatively to the effects of salinity, but the treatments with biofertilizer, organic compound and ovine manure allowed better conditions to the growth. With respect to the criteria of assessment of salt tolerance, the seedlings of red pitaya were moderately tolerant to the salinity. We may conclude organic sources of biofertilizer, organic compounds and ovine manure mitigated the deleterious effects on the production of red pitaya seedlings. Red pitaya showed moderate tolerance to the salinity levels 2.6, 4.6 and 6.6 dSm<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Cactaceae, early growth, salinity.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Considerações gerais e descrição botânica da pitaia.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Cultivo e importância econômica da pitaia.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Qualidade da água para as plantas.....</b>	<b>20</b>
2.3.1 Características gerais da água para irrigação.....	20
<b>2.4 Salinidade.....</b>	<b>21</b>
2.4.1 Utilização da água salina na agricultura.....	21
2.4.2 Efeito da salinidade nas plantas e no solo.....	22
2.4.3 Culturas tolerantes.....	24
2.4.4 Efeito da salinidade nas cactáceas e na pitaia.....	25
<b>2.5 Matéria orgânica como atenuante da matéria orgânica.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.1 Principais fontes de matéria orgânica.....</b>	<b>28</b>
2.5.1.2 Biofertilizante.....	28
2.5.1.3 Composto orgânico.....	29
2.5.1.4 Esterco ovino.....	30
2.5.1.5 Húmus de minhoca.....	31
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>39</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A fruticultura vive em constantes transições, que envolvem novas técnicas de cultivos, tecnologias, manejos mais racionais dos recursos e o surgimento de novas frutíferas com elevado potencial de mercado como alternativa para futuros cultivos. Nesse contexto de inovação, encontra-se a cultura da pitaia (*Hylocereus* spp.), que está sendo vista por muitos produtores como uma nova opção de renda, já que há mercado para ser explorado, interno e externamente (JUNQUEIRA et al., 2002).

No Brasil, o avanço em estudos para aperfeiçoar as técnicas de cultivos de plantas exóticas tem sido constante, e a pitaia destaca-se entre essas frutíferas (JUNQUEIRA et al., 2002). Apesar dos esforços, muitos fatores abióticos ainda são escassos de informações científicas, podendo prejudicar o crescimento e desenvolvimento da cultura da pitaia, afetando posteriormente sua produtividade. Dentre os diversos fatores bióticos e abióticos, está a salinidade da água e do solo. Elevados teores de sais afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas. O processo de salinização é provocado por agentes bióticos (intemperismo mineral, precipitação e os sais fósseis), pela intervenção do homem, em virtude da irrigação com águas inapropriadas ao uso, salinas ou resíduos industriais, e pelas condições climáticas, quando os índices de evapotranspiração superam os de precipitação (SHAZMA et al., 2011).

As plantas têm seu crescimento e rendimento prejudicados quando submetidas à condição de estresse salino, uma vez que os sais se acumulam na região do sistema radicular, causando desordens nutricionais em virtude do efeito osmótico, na medida em que se dificulta a absorção de água pela planta (SOUSA et al., 2012).

O uso de algumas técnicas como alternativa para atenuadores do efeito salino sobre as plantas vem sendo considerado uma alternativa viável para produção agrícola. O uso de materiais ricos em substâncias orgânicas pode minimizar os danos provocados pela presença de íons tóxicos no solo e/ou na água, sendo os benefícios de origem físico-química, pois a matéria orgânica incorporada ao solo como adubo ou na composição do substrato aumenta o espaço poroso entre as partículas (MESQUITA et al., 2015).

No processo de decomposição da matéria orgânica, ocorre a liberação de nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento vegetativos, tendo as substâncias húmicas liberadas na decomposição da matéria orgânica a capacidade de reduzir o potencial osmótico no interior do tecido celular, contribuindo, dessa forma, para aumentar o ajuste osmótico,

promovendo maior absorção de água e nutrientes, resultando em maior desenvolvimento das plantas (BAALLOUSHA et al., 2006)

Os recursos naturais estão cada vez mais escassos, principalmente a água, e com isso crescem discussões sobre o assunto com o intuito de encontrar alternativas adequadas que auxiliem o produtor rural. Estudos complementares sobre a tolerância de outras cactáceas e espécies são de extrema importância, principalmente as pesquisas que simulem a condição de campo com limitação hídrica e aumento da salinidade, com isso será possível estabelecer estratégias de manejo satisfatórias para esse tipo de situação.

Nesse contexto, as informações sobre a formação de mudas e crescimento inicial da pitiaia irrigadas com água salina e matéria orgânica como atenuante são escassas. Com isso, objetivou-se avaliar fontes de matéria orgânica como atenuante do estresse salino na produção de mudas de pitiaia vermelha (*Hylocereus costaricensis*).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Considerações gerais e descrição botânica da pitaia

As plantas pertencentes à família das cactáceas estão distribuídas por todo o território mundial, as quais apresentam diferentes utilidades agrícolas. Aproximadamente 80 espécies pertencentes a 15 gêneros possuem alguma aptidão agrícola (KIESLING, 2001). Os gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus* apresentam grande importância econômica, com frutos apreciados pelos mercados nacional e internacional (LORENZI et al., 2006).

A pitaia é uma planta trepadeira, e por muitos é considerada como uma frutífera rústica, que pode ser encontrada nos mais diferentes habitats, surgindo de forma espontânea em troncos de árvores, maciços rochosos, campos rupestres e solos arenosos. Portanto, é uma cultura de fácil cultivo em regiões que apresentam precipitação pluviométrica baixa e solos pobres. Por apresentar grande variabilidade, a pitaia apresenta diferentes características que são particularidades de uma espécie para outra. Quatro importantes grupos destacam-se economicamente: *Stenocereus*, *Cereus*, *Selenicereus* e *Hylocereus* (JUNQUEIRA et al., 2002).

A pitaia é uma planta eudicotiledônea originária da Américas. O gênero *Hylocereus* apresenta aproximadamente 14 espécies, as quais podem ser encontradas em regiões subtropicais e tropicais de florestas do continente americano. Das espécies cultivadas e exploradas economicamente, podemos destacar: *H. undatus*, *H. polyrhizus*, *H. monacanthus* e *H. megalanthus* (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

Considerada como uma planta exótica, a Pitaia vermelha (*Hylocereus costaricensis*) explora diversos horizontes de mercados, onde, além de apresentar frutos com características organolépticas desejáveis, garante inúmeros benefícios à saúde humana (JUNQUEIRA et al., 2002). A cultura vem sendo vista como uma ótima opção de mercado, na medida em que o retorno do investimento é positivo, tendo em vista que o preço pago por kg é compensatório.

A espécie *Hylocereus sp.* é conhecida por vários nomes populares, dentre eles destacam-se: pitaia vermelha, pitaya, pitahaya ou “rainha da noite”. É uma frutífera perene que tem raízes fibrosas, abundantes e desenvolve também numerosas raízes adventícias, que ajudam na fixação e na obtenção de nutrientes (ZEE et al., 2004).

As cactáceas apresentam o metabolismo fotossintético CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), que auxilia na concentração de dióxido de carbono (ARRUDA et al., 2005). Isso resulta em uma maior eficiência no que diz respeito ao aproveitamento de água para as

demais atividades metabólicas (TAIZ et al., 2017). Essa característica garante a essas plantas seu crescimento e desenvolvimento em condições hídricas limitadas, tornando-as um novo objetivo de estudo, principalmente em regiões com condições ambientais e socioeconômicas menos estáveis (MIZRAHI et al., 2002).

É uma frutífera trepadeira, perene, com caule do tipo cladódio de formato triangular, suculento e com espinhos de dois a quatro centímetros de comprimento. As raízes adventícias que se originam a partir do caule auxiliam a planta na fixação de sua estrutura nos diferentes tipos de solos, como também na assimilação de nutrientes (CANTO, 1993; HERNÁNDEZ, 2000).

A pitáia apresenta frutos de formato globuloso, do tipo baga, com diferentes colorações. Externamente, os frutos são verdes e internamente a cor da polpa varia de acordo com gênero e espécie (NERD; MIZRAHI, 1999). Outra particularidade é que os frutos são cobertos por brácteas, sendo conhecidos em alguns países orientais como “fruta dragão” (ORTIZ, 2000).

As flores são consideradas noturnas, abrindo apenas uma vez durante a noite; são hermafroditas, aromáticas, de cor branca, medindo aproximadamente 30 cm de diâmetro (BARBEAU, 1990). A pitáia apresenta floração principalmente no verão, sendo que os botões florais são formados antes da antese. No caso da pitáia vermelha (*H. costaricensis*), o florescimento é assíncrono, havendo flores em diferentes estágios de diferenciação e desenvolvimento de frutos simultaneamente. O desenvolvimento dos frutos é considerado curto, de 34 a 43 dias após a antese, ocorrendo antecipação da maturação em condições de temperaturas mais elevadas (CANTO, 1993).

A polpa dos frutos de pitáia é formada a partir do desenvolvimento do ovário e a casca se forma a partir do receptáculo que circunda o ovário, considerada delicada, suculenta, observando-se inúmeras sementes escuras comestíveis de aproximadamente 3 mm de diâmetro. Normalmente, sua textura é gelatinosa quando madura, podendo ser consumida *in natura* ou processada na forma de sorvetes, sucos, geleia, vinhos e salada (NERD; MIZRAHI, 1997).

Os frutos da pitáia são considerados não climatéricos, podendo ser colhidos entre 30 e 50 dias após o pegamento (ZEE et al., 2004). Geralmente, os frutos frescos apresentam baixos valores de acidez total (2,4 a 3,4%), sólidos solúveis entre 7,1 e 10,7° Brix; quando armazenados de forma inadequada podem sofrer danos como *chilling*, pois são extremamente sensíveis ao frio (CHANG & YEN, 1997). A pitáia apresenta propriedades farmacêuticas que auxiliam nos processos digestivos e problemas associados a ataques cardíacos, devido a quantidades de pigmentos vermelhos “betalaínas” (CHEYNIER, 2005).

## 2.2 Cultivo e importância econômica da pitiaia

Adaptada a regiões de condições climáticas adversas, a cultura apresenta melhores índices de crescimento e reprodução quando cultivada em climas tropical e subtropical, com uma temperatura ótima em torno de 26° C. Optar pelo cultivo em regiões que não apresentem geadas é uma das exigências para escolha de local, são plantas que toleram pouca sombra e que exigem precipitação média anual variando de 1.200 a 1500 mm (CANTO, 1993).

A pitiaia tem expressiva importância econômica em países como Austrália, Colômbia, Equador, Israel e Brasil. Os principais produtores, segundo a FAO (2017), são México e Colômbia com produção aproximada de 41.909.365 t, sendo o Japão o maior importador. Relatos econômicos afirmam que a comercialização da pitiaia vermelha no Brasil começou no ano de 2005, na CEASA Rio de Janeiro (Unidade Grande Rio), na quantidade de 54 kg da fruta, originária do estado de São Paulo. Em seguida, a procura aumentou, alcançando os anos de 2006 e 2007 uma oferta de 3.800 e 83.831 kg, respectivamente, mostrando o elevado potencial econômico e produtivo da cultura (PROHORT, 2014).

No Brasil, as principais regiões produtoras são Sudeste e Nordeste, tendo como principais estados produtores São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraná e Goiás. Vale salientar que São Paulo se destaca por realizar um abastecimento de 92% dos mercados locais e nacionais (SILVA, 2016). Segundo Moreira et al. (2012), no estado de São Paulo os picos de maiores produções ocorrem entre os meses de dezembro a maio, com produtividade média de 14t/ha.

No Nordeste, a Bahia destaca-se como o maior produtor, com colheita e picos de produção o ano inteiro. São áreas novas quando comparadas com as áreas de exploração comercial dos outros estados brasileiros, porém aos poucos estão se adequando e aprimorando suas técnicas de manejo (NUNES et al., 2014).

É uma frutífera com cultivo considerado recente no Brasil, mas com alto potencial econômico, devido, principalmente, às condições climáticas. Mesmo sendo pouco estudada, a pitiaia é vista como uma alternativa econômica promissora para pequenos e médios produtores, devido à sua rusticidade e baixo custo de implantação quando comparada com outras frutíferas da região. Atrelada a isso, destaca-se a aceitação dos consumidores pelos seus frutos, por apresentar sabor doce e suave, polpa firme e rica em propriedades nutricionais e funcionais (JUNQUEIRA et al., 2002).

## 2.3 Qualidade da água para as plantas

### 2.3.1 Características gerais da água para irrigação

A água é considerada o bem mais precioso de humanidade e sua utilização é variada, destacando-se: uso industrial, doméstico, geração de energia, irrigação, etc. (AMORIM et al., 2008). Dentre tantos fins, é possível afirmar que a agricultura é responsável por mais de 70% do uso da água de consumo disponível no mundo (ONU, 2015). A água para irrigação é vista como um fator de extrema importância, pois interfere diretamente nos processos metabólicos e fisiológicos das plantas, uma vez que as células, membranas, proteínas e ácidos nucléico das plantas têm sua composição influenciada pelas propriedades e estrutura da água (TAIZ et al., 2017).

Além da disponibilidade para as plantas, a qualidade da água utilizada na irrigação pode interferir em outros aspectos, dentre eles: acamamento e toxicidade de íons específicos e crescimento vegetativo excessivo, pois essa qualidade define-se por uma ou mais características físicas, químicas ou biológicas (TOLEDO; NICOLELLA, 2002). No manejo da irrigação, dentre os atributos mais relevantes associados à qualidade da água destacam-se a concentração relativa de sódio em relação ao cálcio, o magnésio, presença de elementos traços e a concentração total de sais solúveis (HOLANDA; AMORIM, 1997).

Atrelados às questões que maximizam a qualidade da água estão a conservação do solo e o desmatamento das nascentes, o que acarreta o aumento do assoreamento dos córregos, provocando redução na quantidade de água. Esses problemas influenciam no rendimento e qualidade das colheitas, resultando em problemas aos produtores (ALMEIDA, 2010). O aspecto de qualidade da água é definido em função dos critérios de salinidade, sodicidade, toxicidade e outros. No caso das águas salinas, a depender da concentração, alguns íons podem ser tóxicos. Geralmente, os que expressam mais importância são: (Na), o (Cl) e o (B), tendo em vista que são essenciais para as plantas, podendo, entretanto, se tornar tóxicos em elevadas concentrações (DE SOUSA et al., 2012).

Alguns fatores irão interferir na utilização de águas salinas, como, por exemplo, cultura, clima, solos, métodos de irrigação e práticas de manejo. É por isso que, nesse sentido, classificações da água quanto à quantidade vêm sendo pouco utilizadas para avaliar a adequabilidade da água para irrigação (RHOADES et al., 1992).

O uso da irrigação se faz indispensável em regiões onde a disponibilidade de água é baixa, principalmente pela falta de chuva, uma vez que esta escassez acarreta problemas como o

aumento da salinidade da água. Esses problemas podem ser observados nas as regiões áridas e semiáridas do Brasil, onde a concentração de sais na água atinge valores acima do desejado para o solo e as plantas, o que futuramente acarreta grandes perdas (FERREIRA et al., 2010).

## **2.4 Salinidade**

### **2.4.1 Utilização da água salina na agricultura**

Na agricultura, a demanda por água é cada vez maior, o que ocorre principalmente pela necessidade de se produzir cada vez mais alimentos, já que o aumento da população mundial é constante. Tendo em vista os problemas de escassez dos recursos hídricos, uma das alternativas utilizadas é recorrer às águas de qualidade inferior nos perímetros irrigados das regiões, como uma alternativa de manter a produção (AYERS; WESTCOT, 1999).

Águas com baixos teores de sais, ao entrar em contato com solos salinos, podem perder sua qualidade. Isso ocorre devido ao manejo inadequado da irrigação. Normalmente, utilizam-se águas de origem superficial ou subterrânea na irrigação, sendo que nas regiões que apresentam limitações hídricas é necessário o uso de alternativas que possam suprir a demanda existente. Portanto, o uso de águas salobras de origem subterrâneas e superficiais e águas residuárias de procedência urbana são alguns dos exemplos de alternativas utilizadas atualmente para tal fim (ALMEIDA, 2010).

Vista como uma alternativa de grande importância na agricultura, a utilização da água salina na irrigação requer alguns cuidados, pois interfere de forma negativa no desenvolvimento das plantas. As funções fisiológicas e bioquímicas das plantas podem ser afetadas e provocar uma diminuição no potencial osmótico da solução do solo, o que torna a quantidade de água disponível no solo cada vez menor, prejudicando o crescimento vegetativo (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Mesmo comprometendo o desenvolvimento das plantas e prejudicando as propriedades do solo, a água salina é vista como uma alternativa quando se trata da reutilização de recursos hídricos, o que é possível por meio de técnicas adequadas de irrigação, uso de produtos que minimizam o efeito dos sais e cultivos de plantas tolerantes (DIAS; BLANCO, 2010).

#### 2.4.2 Efeito da salinidade nas plantas e no solo

Estima-se que em todo o mundo existe aproximadamente cerca de 930 milhões de hectares com problema de salinidade. Segundo a FAO (2000), a tendência é de que esse número aumente em virtude do manejo inadequado de águas salinas na irrigação em regiões áridas e semiáridas. Há previsão de que ao menos 6% das áreas utilizadas para agricultura nos próximos 45 anos apresentarão problema de salinidade, uma vez que 25% de toda essa área já se encontram sob influências dos sais (DE VILLIERS, 2002).

No Brasil, as áreas afetadas com o problema da salinidade somam mais de 9 milhões de hectares. Os solos que apresentam maiores problemas estão localizados nas regiões semiáridas, mais precisamente nos perímetros irrigados do Nordeste. Estima-se que nessas regiões cerca de 12% de área dos perímetros irrigados já se encontram salinizadas (RHOADES et al., 1992).

O processo de salinização é provocado principalmente pelo processo do intemperismo mineral, precipitação e os sais fósseis, além da intervenção do homem, por meio da irrigação com águas salinas ou resíduos industriais. Além da ação antrópica, as condições climáticas também interferem, como quando os índices de evapotranspiração superam os de precipitação, drenagem deficiente e riqueza do material de origem. São estes alguns dos fatores que agravam cada vez mais o problema (SHAZMA et al., 2011).

As plantas têm seu crescimento e rendimento prejudicados quando submetidas a condições de estresse salino, ocorrendo desordens nutricionais em virtude do efeito osmótico, pois dificultam a absorção de água. Problema de toxidez é ocasionado pelo acúmulo de sais no solo ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ ). Esses sais se acumulam na região do sistema radicular das plantas, causando desequilíbrios fisiológicos em seu metabolismo (DE SOUSA et al., 2012).

Os efeitos do estresse salino nas plantas são considerados complexos, pois interferem de forma direta no seu desenvolvimento. Segundo Mendes (2009), essas consequências são de natureza tóxica e osmótica, inibindo de forma direta os processos de fotossíntese e transpiração, de maneira que esse fator é atribuído às reduções na condutância estomática (TAIZ et al., 2017).

O estresse osmótico é um processo conhecido pela passagem dos sais pela membrana semipermeável, de uma solução mais concentrada para outra menos concentrada (TAIZ et al., 2017). Assim, a energia livre disponível para as plantas é diminuída, reduzindo a absorção de água por elas (BARROS, 2002). Diante disso, quanto mais salina a água, mais osmoticamente difícil será sua extração, já que ocorre aumento da pressão osmótica, fazendo com que as

plantas não tenham força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico. Por conseguinte, a planta não absorverá água da solução do solo, acarretando seca fisiológica (DIAS; BLANCO, 2010).

A toxicidade específica dos íons, causada pela salinidade nas plantas, está relacionada com a forma de irrigação, uma vez que absorção de sódio e do cloro ocorre por meio da umidade foliar. Então, as plantas acumulam íons no seu interior, acarretando toxidez. Os sais se concentram principalmente nas folhas mais velhas, ocasionando a morte, com isso a capacidade fotossintética é prejudicada, já que a quantidade de folhas que morrem é maior do que a quantidade de nascidas. Além de interferir na capacidade fotossintética da planta, essa perda de folhas influencia na quantidade de carboidratos produzidos, sendo o crescimento e as atividades metabólicas das plantas reduzidos (MUNNS; TESTER, 2008).

O órgão da planta que reflete os sintomas de toxidez é a folha; de acordo com Dias e Blanco (2010), os sintomas podem ser identificados de forma diferente, ou seja, cada íon provoca um efeito específico, por exemplo:

**Cloreto:** pode-se observar queimadura do ápice das folhas, atingindo as bordas em estágios mais avançados, promovendo queda prematura.

**Sódio:** surgem em forma de queimaduras ou necrose ao longo das bordas nas folhas mais velhas, progredindo na área internerval até o centro da folha, na medida em que se intensifica.

**Boro:** observa-se que as folhas apresentam manchas amarelas ou secas nas bordas e no ápice das folhas velhas, se estendendo pelas áreas internervais até o centro das folhas.

Os efeitos nutricionais negativos provocados pela salinidade nas plantas ocorrem de forma indireta. A absorção e o acúmulo desses sais promovem a redução na captura de alguns nutrientes pelas plantas, estando o Ca e o K entre os mais evidenciados (LACERDA, 2000). Em trabalhos realizados, é possível observar redução nas concentrações dos principais nutrientes; no caso do cálcio, o aumento da salinidade pode ocasionar problemas na integridade da membrana plasmática das plantas e perda da capacidade de absorção de alguns íons, principalmente o K (MARSCHNER, 1995). As menores taxas de absorção do K são atribuídas à competição entre Na e pelos sítios de absorção ou um maior fluxo de K das raízes, influenciando diretamente no crescimento das plantas (MARSCHNER, 1995).

### 2.4.3 Culturas tolerantes

A capacidade de adaptação osmótica de algumas culturas auxilia no seu desenvolvimento quando submetidas ao estresse salino, promovendo rendimentos aceitáveis mesmo em elevados níveis de salinidade. Nesse sentido, é correto dizer que nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade (AYERS; WESTCOT, 1999), no intuito de explicar o que possivelmente seria essa tolerância.

Segundo Flowers et al. (1977), de acordo com a capacidade que as plantas têm de crescer em ambientes salinos ou não salinos, elas podem ser classificadas como: glicófitas (culturas que são incapazes de resistir a moderadas concentrações de cloreto de sódio) ou halófitas (culturas que são capazes de resistir a altas concentrações de sais). A tolerância é considerada um fator de extrema importância, pois é imprescindível para o desenvolvimento de cultivares capazes de crescer sob condições de estresse sem que o rendimento produtivo seja afetado (PRISCO; GOMES-FILHO, 2010).

As vias bioquímicas existentes nas plantas podem desenvolver um tipo de resistência naqueles organismos que são submetidas ao estresse salino, já que as atividades fotossintéticas e homeostase iônica são conservadas, graças à retenção e/ou à aquisição de água (ESTEVES; SUZUKI, 2008). Porém, vale salientar que essa tolerância está diretamente relacionada à concentração do sal em solução, estágio de desenvolvimento das plantas, variabilidade genética e tempo de exposição (SHANNON; GRIEVE, 1998).

De acordo com Dias et al. (2003), podem ser usados três critérios na avaliação da tolerância das culturas a salinidade: capacidade das plantas sobreviver em solo salino; rendimento da planta em meio salino e a produção relativa.

É importante que se conheça a tolerância das plantas aos sais, entretanto, segundo Rhoades et al. (1992), as perdas quantitativas da produção pela salinidade não estão apenas direcionadas a esse fator, uma vez que outras condições podem afetar diretamente de forma negativa no rendimento produtivo das culturas, como, por exemplo, condições climáticas e do solo, de crescimento, manejo de irrigação e agrônomo da cultura, porém o clima é tido como um dos fatores que mais influenciam na tolerância.

Muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas na área no intuito de estabelecer estratégias que possam minimizar os efeitos negativos do estresse salino, porém algumas informações sobre esse assunto em cactáceas ainda são incipientes, principalmente em culturas que expressam algum valor econômico, como é o caso da pitaita.

#### 2.4.4 Efeito da salinidade nas cactáceas e na pitiaia

Algumas pesquisas na área mostram que as cactáceas conseguem manter seu crescimento e rendimento produtivo satisfatório mesmo quando submetidas ao estresse salino. Esse resultado está atrelado às adaptações e modificações existentes nas cactáceas. Porém, segundo Silva (2017), dependendo do teor de sais existentes na água ou no solo, algumas espécies de cactos podem ter sua fisiologia e rendimentos produtivos afetados de forma negativa, mesmo apresentando o metabolismo ácido das Crassuláceas (CAM), pois esse tipo de adaptação está relacionado diretamente à falta de água e não com o excesso de sais no solo ou na água.

Testando diferentes níveis de soluções salinas no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P.), Gomes et al. (2014) observaram que a salinidade interferiu negativamente em parâmetros como diâmetro do caule, matéria seca total e comprimento da parte aérea, principalmente em nível salino de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ , motivo pelo qual os autores consideraram a espécie muito sensível à salinidade.

Estudando o efeito da salinidade no crescimento de palma forrageira, Silva (2017) concluiu que é viável utilizar água salinizada com C.E. de até  $4,78 \text{ dSm}^{-1}$  na produção de palma forrageiras dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, além de que o cultivo de palma com água salinizada até  $4,78 \text{ dS m}^{-1}$  para manutenção da cultura no período seco é uma opção viável para o produtor.

Avaliando o desenvolvimento de mudas de mandacaru sob diferentes níveis de salinidade e sombreamento com experimento conduzido em casa de vegetação, Portela et al. (2015) verificaram que a salinidade interferiu nos seguintes parâmetros analisados: número de plantas vivas e mortas, altura das plantas, diâmetro do caule, matéria fresca total, massa seca da parte aérea e da raiz, podendo-se afirmar que essa espécie é sensível a baixas concentrações salinas sob condições de alta temperatura e umidade.

Foi observado por Freire (2012) que clones de palma forrageira *Opuntia* e *Nopalea* tiveram resultados diferentes quando avaliados sob condições de irrigação e salinidade, sendo que os menores comprimentos de raízes foram verificados nos clones Chile Frut e Copena-V1 com 2,97 e 3,00 cm, respectivamente, apresentando também menor tolerância ao estresse salino. Os clones de palma forrageira apresentam variabilidade quanto à adaptação às condições de salinidade, e o desempenho produtivo da palma Miúda é influenciado pela salinidade do solo e quantidade de irrigação.

Segundo Cavalcante et al. (2007), a pitiaia branca (*Hylocereus costaricensis*) mostrou-se sensível de acordo com o aumento das concentrações salinas, pois a salinidade inibiu a altura

da planta, o diâmetro do caule, o comprimento da raiz, o número de hastes adicionais e o peso seco das raízes e da parte aérea; colapso dos tecidos nas hastes também foi observado. Ao final do experimento, observou-se morte de 50% das plantas irrigadas com CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>.

Diferentemente dos trabalhos mencionados anteriormente, Dantas (2015), trabalhando com lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma Miúda adensada, observou que as lâminas de irrigação tiveram influência significativa sobre a maioria das variáveis, promovendo altura e volume de plantas superiores, cladódios maiores e mais espessos, bem como elevações das produções de matéria verde e seca, principalmente a lâmina de 30 mm<sup>-1</sup> mês.

## **2.5 Matéria orgânica como atenuante da matéria orgânica**

A fertilidade do solo está diretamente relacionada com os atributos físicos, químicos e biológicos, sendo um fator extremamente importante para o crescimento e desenvolvimento vegetativo. Em solos agrícolas que são constantemente explorados, se faz necessário o uso de alternativas, com o intuito de equilibrar e/ou manter essas características ideais.

A utilização da matéria orgânica é uma ferramenta viável, uma vez que pesquisas mostram resultados satisfatórios, principalmente na recuperação de solos com elevado nível de salinidade, pois auxilia na capacidade de troca de cátions e estabilidade dos agregados e disponibilidade de nutrientes (KIEHL, 2010).

Chamada de húmus, a matéria orgânica do solo é um material composto por carbono orgânico, onde estão presentes resíduos de plantas, microrganismos vivos e mortos em estágios variados de decomposição, a biomassa microbiana, as raízes e a fração mais estáveis. Até atingir seus componentes adequados (físico-químicas: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina), o material sofre diferentes alterações químicas (PRIMO et al., 2011).

Teoricamente, um solo que apresenta em torno de 5% de matéria orgânica é visto como um ambiente adequado para as plantas por ser considerado produtivo. Inúmeras são as vantagens da matéria orgânica quando utilizada de forma correta no solo (BRADY, (1979). Segundo o autor, as melhorias são: disponibilização de macro e micronutrientes, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), capacidade de troca aniônica (CTA), maior permeabilidade do ar, controle do pH do solo e aumento da capacidade de retenção de água. De acordo com os autores, esses atributos físicos do solo são beneficiados porque ocorrem reações químicas dos microrganismos presentes na matéria orgânica.

Em solos salinos, o uso de fontes de matéria orgânica minimiza o efeito dos sais sobre as plantas, já que influencia na condutividade elétrica do solo (CE), uma vez que possui a capacidade de reter cargas, beneficiando as raízes e contribuindo para o desenvolvimento das plantas. Devido à sua estrutura química, a matéria orgânica funciona como condicionador no solo, agregando partículas minerais e conferindo ao solo condições favoráveis de porosidade e friabilidade, por meio de longas cadeias orgânicas (BRADY, (1979).

Os atributos químicos do solo também são influenciados com a incorporação da matéria orgânica. Nesse caso, os benefícios são: decomposição de resíduos orgânicos, mineralização e liberação de nutrientes para as plantas e fixação de nitrogênio (simbiótica e não simbiótica) (BENTO, 1997). O grau de decomposição da matéria orgânica, que resulta na liberação de nutrientes no solo, varia de acordo com a formulação do adubo ao qual ela é incorporada, onde o resultado será residual, por meio de processos lentos ou imediatos (SANTOS et al., 2001).

Avaliando o efeito de doses crescentes de esterco bovino em plantas de sorgo submetidas a estresse salino, Sousa (2015) verificou que a presença do esterco bovino no solo proporcionou menor efeito nocivo às plantas quando irrigadas com águas salinas. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2008), ao observarem o efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula, constatando no final do experimento que as fontes de adubo orgânico estudadas influenciaram significativamente na resposta da rúcula à salinidade, sendo uma alternativa eficiente para o cultivo.

Entretanto, Leonardo et al. (2007), ao estudar produção de pimentão em diferentes concentrações salinas, observaram que os valores elevados de CE interferiram drasticamente no número de frutos por planta, peso médio do fruto e número de bifurcações com fruto. A suplementação do solo com matéria orgânica não atenuou os efeitos estressantes da salinização do solo.

É muito importante sempre manter os teores de matéria orgânica no solo, pois seus benefícios favorecem diretamente a produção agrícola, principalmente como reserva de nutrientes, como condicionadora e melhoradora das características do solo, sendo imprescindível no manejo agroecológico do solo, contribuindo, por essa razão, para aumentar o ajuste osmótico, promovendo maior absorção de água e nutrientes resultando em maior desenvolvimento das plantas (MEDEIROS et al., 2012).

## 2.5.1 Principais fontes de matéria orgânica

### 2.5.1.2 Biofertilizante

O biofertilizante é considerado uma fonte rica em matéria orgânica, sendo produzido por diferentes matérias-primas, como urina de vaca, esterco bovino, suíno, caprino, dentre outros materiais. O produto é o resultado de um processo fermentativo, em que ocorrerá a decomposição da matéria orgânica pela ação de microrganismos aeróbicos ou anaeróbicos, devendo o produto ser favorável às plantas (TESSEROLI NETO, 2006).

Na sua constituição química, o biofertilizante possui tanto macro quanto micronutrientes, os quais auxiliam no crescimento e produção das plantas, sendo eles: boro, cobre, manganês, fósforo, potássio, enxofre, sódio, ferro e manganês (SANTOS, 1992). Estudos mostram que a utilização de biofertilizante em solos salinos pode reduzir o efeito dos sais sobre as plantas, devido à sua diversidade de nutrientes minerais e capacidade de disponibilização de nutrientes pela atividade biológica (OULD AHMED; MORITANI, 2010).

Ao analisar a interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda, Silva et al. (2011) concluíram que altos níveis salinos inibiram o crescimento inicial da planta, porém foram menos afetados nos tratamentos com biofertilizante bovino; além disso, a elevação da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina provocou redução na fotossíntese, transpiração e condutância estomática, sendo menos afetada com a presença do biofertilizante bovino. A aplicação foi eficiente ao aumentar os teores de P na planta e em aumentar os totais extraídos de K, P e Ca, independentemente do nível de salinidade aplicado.

Sousa et al. (2012), analisando o crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino e irrigado com águas salinas, verificaram que quanto maior é a concentração do biofertilizante menor é o efeito degenerativo da água salina à cultura e que a irrigação com água de baixa salinidade foi mais eficiente no crescimento inicial das plantas, exceto a matéria seca da raiz, sob doses crescentes de biofertilizante bovino.

Sampaio (2012), no intuito de avaliar diferentes tipos de biofertilizantes na produção de alface, constatou que a urina de vaca e os biofertilizantes influenciaram de forma significativa a produção e o estado nutricional da alface Baba de Verão, atingindo produtividade em torno de 35 t ha<sup>-1</sup>.

### 2.5.1.3 Composto orgânico

Outra fonte de adubação que influencia bastante no desenvolvimento vegetal é a compostagem. O composto orgânico é rico em nutrientes que atuam tanto na planta quanto no solo, sendo que a liberação dessas substâncias ocorre devido à decomposição de materiais de diversas origens. O composto orgânico também pode atuar como um regulador acidez do solo e na neutralização de alumínio tóxicos, uma vez que garante maior agregação de partículas e conservação da fertilidade do solo (BARROS; LIBERALINO, 2008).

O processo de decomposição (decomposição aeróbica e ação microbiológica), quando manejado de forma adequada, resulta num produto com elevado potencial agrícola, o qual poderá ser aplicado no solo. Os adubos resultantes desse processo possuem distintas origens, razão pela qual seu comportamento varia de acordo com a umidade do solo, tipo de solo, atividade microbiana e o clima, porém com o mesmo objetivo, que é favorecer as propriedades físicas e químicas do solo (KIEHL, 2010).

Ao estudar doses de composto orgânico na produção de chicória e rabanete, Lanna (2014) verificou que quanto maior for a dose de composto orgânico maior será a produção de chicória nas duas áreas: alta e baixa fertilidade inicial do solo. Foi observado também que quanto maior a dose de composto orgânico, maiores os acúmulos de nutrientes pela planta de chicória, com a seguinte ordem decrescente: potássio > nitrogênio > cálcio > fósforo > enxofre > magnésio.

Gurgel et al. (2007), avaliando a produção do maracujazeiro-amarelo sob adubação fosfatada e composto orgânico, concluíram que doses de composto orgânico de até 40 kg m<sup>-3</sup>, juntamente com dose de até 5,6 kg m<sup>-3</sup> de superfosfato triplo, promoveram bons resultados na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. Segundo os autores, os resultados foram satisfatórios, comprovando a eficiência do produto.

Souza et al. (2005) constataram que o efeito da adubação com composto orgânico nas características químicas de folhas de alface foi positivo. Foi observado que com o aumento das doses de composto orgânico, os teores de proteína bruta foram aumentados

Severino et al. (2006) avaliaram a produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral, observando que o material orgânico favoreceu o crescimento da mamoneira pela melhoria das características físicas do solo, como aeração e retenção de água. No entanto, para surtir esses efeitos, o material precisa ser espalhado em toda a área e, se possível, incorporado ao solo.

#### 2.5.1.4 Esterco ovino

Visto como uma alternativa barata e eficiente na adubação de áreas agrícolas, principalmente no Nordeste brasileiro, o esterco ovino é bastante utilizado na adubação de plantas. Assim como qualquer outro dejetos de alimentação, o esterco caprino tem sua composição química influenciada pela alimentação dos animais. De acordo com Souza; Resende (2003), o teor de nitrogênio do esterco de animais submetidos à criação intensiva é inferior ao registrado em animais sob regime extensivo.

O esterco animal é bastante utilizado como fonte de matéria orgânica, devido às respostas positivas que as plantas apresentam após fornecimento, sendo necessário que o esterco seja curtido, pois essa característica auxilia na capacidade de retenção de água, porosidade, além de disponibilizar alguns nutrientes importantes para o crescimento das plantas (WENDLING; GATTO, 2002).

Araújo et al. (2010), ao avaliar o esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro, observaram que o esterco caprino influenciou positivamente no crescimento das mudas, sendo observado que a mistura 30% terra, 35% plantmax e 35% esterco caprino constitui um substrato adequado. Segundo os autores, a adição de esterco caprino na formulação de substratos é mais uma alternativa para a produção de mudas de mamoeiro.

De acordo com Oliveira et al. (2015), o emprego de esterco ovino na produção de mudas de mamoeiro 'formosa' influenciou no número de folhas, na altura de planta, no diâmetro do coleto, na área foliar e na produção de matéria seca de plantas de mamoeiro 'Formosa'. A aplicação da dose de 60% de esterco ovino na composição do substrato proporcionou os maiores resultados para todas as variáveis avaliadas no seu experimento.

Avaliando a produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos, Peixoto Filho et al. (2013) verificam que a partir do segundo cultivo foi superado pelos esterco bovino e ovino, sendo que as maiores doses dos esterco proporcionaram produtividades elevadas até o terceiro cultivo, sendo imprescindível nova aplicação deles a partir daí. Segundo os autores, esses resultados mostram o ganho das propriedades do solo no decorrer do tempo quando usada alguma fonte de matéria orgânica na adubação.

Segundo Souza et al. (2014), o uso do esterco ovino da produção de mudas de cucurbitáceas, conforme os resultados obtidos, é uma alternativa viável. No trabalho realizado pelos autores, as proporções de esterco variaram de acordo com a espécie, ou seja, o substrato

constituído de esterco ovino e solo na proporção 3:1 é o indicado para produção de mudas de abóbora. Na produção de mudas de melancia e melão, por sua vez, indica-se o substrato constituído de esterco ovino e solo na proporção 2:1.

#### 2.5.1.5 Húmus de minhoca

Fonte de matéria orgânica rica em macro e micronutriente, o húmus de minhoca apresenta crescente utilização como adubo orgânico nos principais cultivos agrícola, uma vez que desempenha funções que beneficiam a estrutura física do solo e substrato, o que favorece o desenvolvimento vegetal.

Sua decomposição ocorre de maneira mais rápida do que a de outros adubos orgânicos, motivo pelo qual a liberação de nutrientes também é mais rápida. Além desses nutrientes, o húmus de minhoca contém na sua composição enzimas, vitaminas, pequenas quantidades de resíduo e ovos de minhoca, promovendo o melhoramento natural do solo, pois facilita a aeração e absorção de água (PENTEADO, 2003).

De acordo com Kiehl (1985), no processo de decomposição, o produto das minhocas possui proporções de nitrogênio quase cinco vezes maiores do que antes de passar pelo seu trato digestivo, enquanto o fósforo é sete, o potássio é onze e o magnésio é três vezes maior.

Armond et al. (2016), ao avaliar o desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca, obtiveram que a dosagem de 750 g foi a que permitiu os máximos valores de razão de área foliar e razão de peso foliar. Diante do que foi constatado, os autores identificaram relação positiva entre a proporção de húmus e a massa seca de folhas+caule, massa seca da raiz e a massa seca total. Os teores de clorofila *a* e *b* foram maiores em doses de 575 e 644 g, respectivamente, concluindo, diante disso, que o uso de húmus de minhoca favorece o desenvolvimento fisiológico de plantas jovens de abobrinha.

Resultados satisfatórios foram observados também por Oliveira et al. (2013), ao analisar o húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate. Os resultados apontaram que o composto orgânico e o húmus de minhoca podem ser utilizados como substrato para produzir mudas de tomate e que ambos podem substituir o substrato comercial e, assim, reduzir o custo da lavoura.

Ao estudar os efeitos de composições de substratos na produção de mudas de quiôio (*Ocimum gratissimum* L.), Blank et al. (2003) afirmaram que o substrato formado pela mistura de húmus de minhoca e pó de coco, na proporção de 1:1 proporciona mudas de quiôio de boa qualidade, podendo ser recomendado para produtores e farmácias vivas.

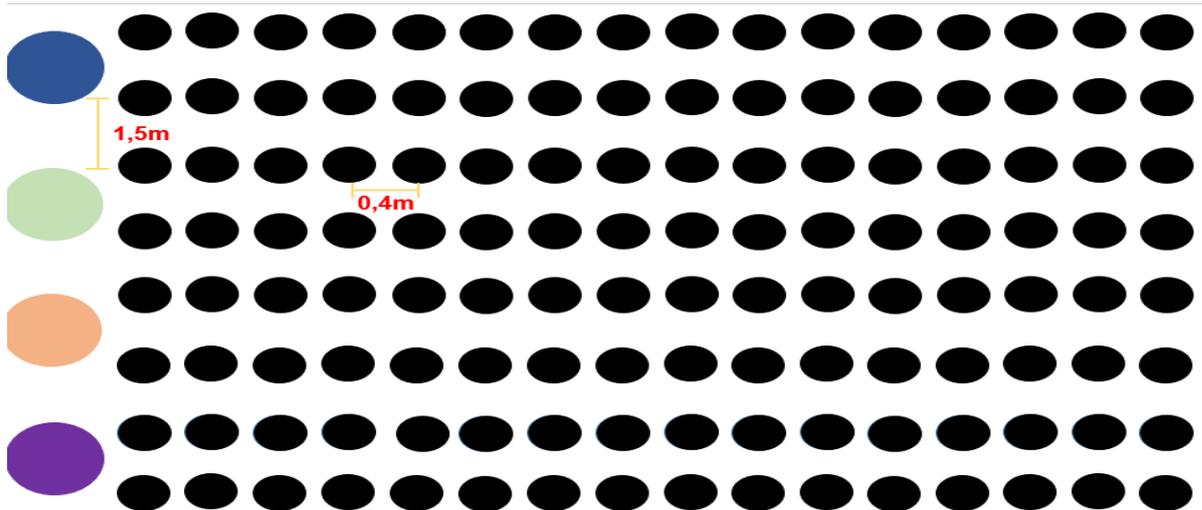
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró-RN, localizado nas coordenadas geográficas 5° 11' de latitude sul, 37° 20' de longitude W. Gr., com 18 m de altitude, com temperatura média anual em torno de 27,5°C, umidade relativa de 68,9% e precipitação média anual de 673,9 mm, com clima quente e seco, localizada na região semiárida do nordeste brasileiro (ESPÍNOLA SOBRINHO, 2011).



**Figura 1.** Local da área experimental. Mossoró-RN, 2019. Fonte: Google.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 x 5, com vinte tratamentos, quatro repetições e duas plantas por repetição. Os tratamentos corresponderam a quatro fontes de matéria orgânica (FO): húmus (HU), esterco ovino (EO), biofertilizante (BIO), composto orgânico (CO) e o controle: areia + solo (S+S), e três níveis salinidade (S): 2,6 dS m<sup>-1</sup>, 4,6 dS m<sup>-1</sup>, 6,6 dS m<sup>-1</sup>, que foram obtidos mediante a mistura de sais NaCl, dissolvidos na água de abastecimento, sendo o tratamento testemunha (0,6 dS m<sup>-1</sup>), obtidos pela equação de Richards (1954) e verificados com auxílio de um condutivímetro digital Modelo Tec-4MP, devidamente calibrado.



**Figura 2.** Esquema dos tratamentos na área experimental de pitaia vermelha. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.



**Figura 3.** Área experimental de mudas de pitaia vermelha. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

As mudas foram obtidas de cladódios retirados de plantas matrizes livres de patógenos, do banco de germoplasma do setor de fruticultura da UFERSA. Os cladódios foram coletados na parte superior das plantas e padronizadas no comprimento de 15 cm, conforme Marques (2011). Em seguida, as partes superiores ficaram imersas em solução de calda bordalesa (proporção 100:50). Os cladódios foram colocados em vasos plásticos com capacidade para 5 L contendo como fontes de matéria orgânica (FO): húmus de minhoca (HU), esterco ovino (EO), biofertilizante (BIO) e composto orgânico (CO) arisco + solo (A+S) (testemunha), sendo os substratos peneirados e misturados nas proporções 1:1:1, de acordo com os tratamentos.



**Figura 4.** Padronização matrizes de mudas de pitiaia vermelha. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, utilizando emissores do tipo microtubo, sendo o fornecimento de água realizado por meio de reservatório (caixa de fibra de 100 L). Cada microtubo apresenta comprimento de 0,50 m e vazão média de 1,7 l h<sup>-1</sup>. Os vasos, no total de 160, foram dispostos em oito fileiras cada fileira com 20 unidades experimentais, sendo adotado o espaçamento de 1,0 m entre fileiras com 0,4 m entre sacos na fileira.



**Figura 5.** Preparo das concentrações salinas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.



**Figura 6.** Sistema de irrigação por microtubos na área experimental de mudas de pitaiá vermelha. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

### 3. 1 Variáveis analisadas

Aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos, foram avaliadas as seguintes variáveis: características físicas e químicas dos substratos (EMBRAPA, 2009) (Apêndice: Tabela 1 e Tabela 2). Ao final do experimento, avaliou-se as características não destrutivas: comprimento da parte aérea e sistema radicular (cm), diâmetro do cladódio (mm), número de cladódios, número de brotações secundárias e volume de raiz ( $m^{-3}$ ), bem como análises destrutivas: massa seca e fresca do cladódio e do sistema radicular e total (g); relação massa seca da raiz e parte aérea e o índice de qualidade de Dickson (DICKSON, 1960), calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{CPA}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSSR}\right)}$$

Em que: IQD – índice de qualidade de Dickson; MST – massa seca total; CPA – comprimento da parte aérea; DC – diâmetro do caule; MSPA – massa seca da parte aérea; MSSR – massa seca do sistema radicular.

O diâmetro do cladódio foi mensurado com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. O comprimento da parte aérea foi mensurado partindo-se da inserção do cladódio brotado até a exterminada apical, ao passo que o comprimento do sistema radicular foi mensurado da inserção da raiz até a extremidade da maior raiz. As medições de comprimento foram realizadas com o auxílio de régua graduada (cm).



**Figura 7.** Avaliação do comprimento dos cladódios (cm) de mudas de pitáia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.



**Figura 8.** Avaliação do comprimento dos cladódios (cm) de mudas de pitáia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

As massas secas do cladódio e da raiz foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C até atingirem peso constante, procedendo à pesagem em balança analítica com precisão de 0,001 g. A massa seca total foi obtida com o somatório entre a massa seca da parte aérea e do sistema radicular.



**Figura 9.** Análises destrutivas de mudas de pitaita vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Para avaliar as mudas de pitaita vermelha quanto à tolerância à salinidade, utilizou-se a mensuração das reduções na expressão da produção de biomassas secas totais verificadas sob os diferentes níveis de salinidade avaliados em relação à testemunha, conforme equação sugerida por Fageria; Soares Filho; Gheyi (2010):

$$RP = \left[ \frac{(PSTS - PCTS)}{PSTS} \right] \cdot 100$$

Em que: RP - Redução da produção de biomassa seca total (%); PSTS - Produção de biomassa seca total no tratamento sem salinidade (g planta<sup>-1</sup>); PCTS - Produção de biomassa seca total nos tratamentos com salinidade (g planta<sup>-1</sup>).

De posse dos valores de redução da produção, interpretou-se os resultados, tendo por base a Tabela 1, proposta por Fageria, Soares Filho e Gheyi (2010).

**Tabela 3.** Classificação quanto à tolerância à salinidade, baseando-se na redução da produção total da biomassa seca total. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Redução da produção de biomassa seca total (%)	Classificação	Sigla
0 – 20	Tolerante	T
21 – 40	Moderadamente tolerante	MT
41- 60	Moderadamente suscetível	MS
> 60	Suscetível	S

Fonte: Fageria; Soares Filho; Gheyi (2010).

Foram pesados 0,002 g de matéria fresca dos cladódios e homogeneizados em 3 ml de acetona 80%. Após a maceração, o material foi centrifugado a 10000 RPM durante 7 minutos. O sobrenadante foi coletado, colocado em cubeta de vidro e analisado nos comprimentos de onda de 645 nm, 663 nm, 652 nm e 470 nm para determinação da clorofila a, b, total, com auxílio de um espectrofotômetro de massa modelo Cary 60 (Agilent). Os resultados em mg de clorofila/carotenoide por grama de peso fresco foram determinados por meio das seguintes equações (WHITHAM et al., 1971; ARNON, 1949):

$$CL\ a = ((12,7 * A_{663}) - (2,69 * A_{645})) * \frac{V}{1000 * W}$$

$$CL\ b = ((22,9 * A_{645}) - (4,68 * A_{663})) * \frac{V}{1000 * W}$$

$$CL\ total = ((20,2 * A_{663}) - (2,69 * A_{645})) * \frac{V}{1000 * W}$$

Em que: A – é a leitura da absorvância no comprimento de onda indicado; V – é o volume do final do extrato usado; W – é a massa do material fresco utilizado.

Para obtenção do extrato bruto, após a extração da clorofila, o precipitado foi agitado em vórtex, contendo solução tampão fosfato de potássio monobásico a 0,1M. Depois de agitado, o material foi centrifugado a 10000 RPM por 5 minutos. O sobrenadante foi retirado e armazenado em freezer para determinação de açúcares solúveis e prolina.

Para a quantificação de açúcares solúveis, seguiu-se o método de Yemm; Willis (1954). Utilizou-se uma alíquota de 50 µL do extrato bruto e completou-se 950 µL de água destilada. A solução estoque usada na obtenção da curva foi preparada usando glicina nas concentrações 0 µmol até 0,1 µmol. Depois de completado o tempo de reação, a quantificação das amostras foi realizada em espectrofotômetro de massa modelo Cary 60 (Agilent) no comprimento de 570 nm.

A prolina foi determinada pelo método de Bates et al. (1973). Utilizou-se o tolueno como branco. O teor de prolina foi obtido utilizando-se uma curva padrão com concentração conhecida (0, 5, 10, 15, 20 e 25 mg L<sup>-1</sup> de prolina), a quantificação das amostras foi realizada em espectrofotômetro de massa modelo Cary 60 (Agilent) no comprimento de 520 nm e os resultados foram expressos em microgramas de prolina por grama de matéria fresca.

Os aminoácidos foram determinados pelo método de ensaio de Ninhidrina Yemm; Coccoking (1995), utilizando a Ninhidrina 5% em Metil Celosolve e o citrato de sódio como tampão 0,2M, pH = 5,0. Após a adição do padrão de aminoácidos e dos reagentes, agitar e levar ao banho-maria a 100°C por 20 minutos para desenvolver a coloração. Posteriormente, completar com etanol 60% e agitar novamente. Após o resfriamento, fazer a leitura em  $\lambda = 570\text{nm}$  no espectrofotômetro U.V.



**Figura 10.** Análises bioquímicas de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

### 3.4 Análise estatística

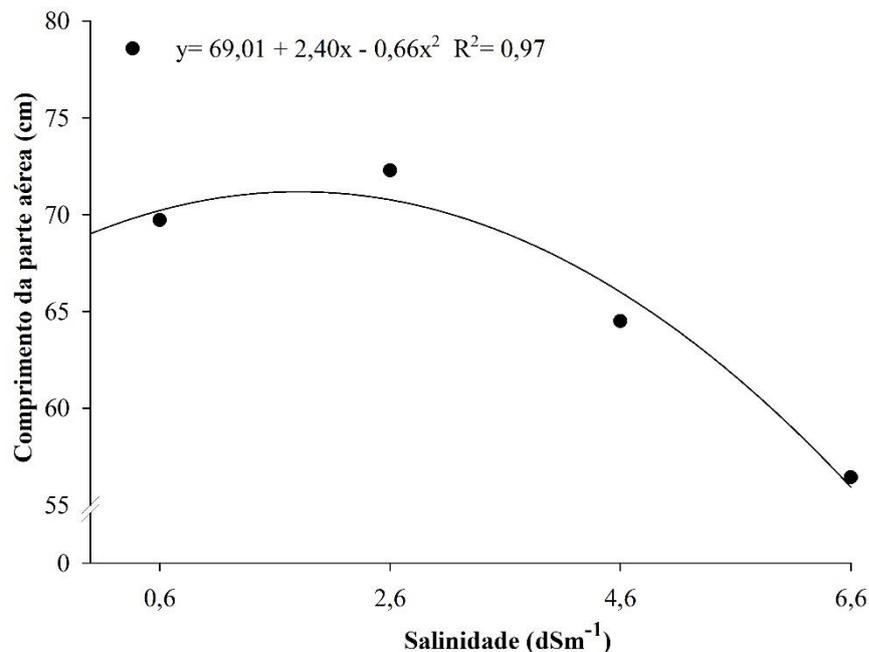
Os dados obtidos das variáveis foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e ao teste de homogeneidade segundo Bartlett ( $p < 0,05$ ), estando dentro dos padrões de normalidade e homogeneidade, foram submetidos, portanto, à análise de variância. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ), sendo os efeitos qualitativos submetidos ao teste de Tukey, e os efeitos quantitativos foram submetidos à análise de regressão ( $p < 0,05$ ). As análises foram realizadas no programa estatístico R core (R CORE TEAM, 2018), utilizando o pacote estatístico Expdes.pt. (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2018).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o quadro de análise de variância, observou-se que as características morfológicas avaliadas – diâmetro dos cladódios (DC), massa fresca do cladódio (MFC), massa seca do sistema radicular (MSSR), número de brotações secundárias (NBROT), massa fresca do sistema radicular (MFSR), índice de qualidade de Dickson (ID), massa seca dos cladódios (MSC) e massa seca total (MST) – apresentaram efeito significativo para os fatores níveis de salinidade (S) e fontes de matéria de matéria orgânica (FO) ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ), (Apêndice: Tabela 4).

Para as variáveis comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca da matriz (MF) e relação parte aérea/sistema radicular (RPAR), houve efeito significativo apenas nos fatores isolados (S) e (FO) ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ), respectivamente. A variável volume de raiz (VR) apresentou efeito significativo apenas para o fator (S) pelo teste F ( $p < 0,05$ ), e para a relação entre parte aérea e diâmetro do cladódio, observou-se efeito significativo para o fator (FO) pelo teste F ( $p < 0,01$ ) (Apêndice: Tabela 4).

Para o CPA (Figura 11), observou-se efeito quadrático, obtendo-se o ponto máximo de crescimento das plantas 71,18 cm, no nível salino de  $1,81 \text{ dSm}^{-1}$ , decrescendo com o aumento dos níveis salinos, e apresentando redução de 22,8% no crescimento das plantas na concentração salina de  $6,6 \text{ dSm}^{-1}$ .



**Figura 11.** Comprimento da parte aérea de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Um dos efeitos mais comuns da salinidade nas plantas é a limitação do crescimento devido ao aumento da pressão osmótica na região da rizosfera, bem como a diminuição do volume de água disponível para as plantas, o que afeta a divisão celular e o alongamento (FREIRE et al., 2010). Resultados semelhantes foram observados por Cavalcante et.al (2007), testando diferentes concentrações salinas no crescimento inicial da pitiaia branca (*Hylocereus undatus*), verificando respostas lineares decrescentes no comprimento dos cladódios com o incremento da salinidade na água de irrigação.

Em outras frutíferas, os resultados semelhantes são observados na literatura; na formação de mudas de mamoeiro, as variáveis de crescimentos foram inibidas com o incremento da salinidade da água de irrigação (CAVALCANTE et al., 2010). Mudanças de caju apresentaram redução linear do crescimento da parte aérea com o aumento dos níveis salinos (VÉRAS et al., 2014). Na goiabeira, o aumento da salinidade da água de irrigação se refletiu no declínio no crescimento das plantas em altura (CAVALCANTE et al., 2010).

A diminuição da área foliar das plantas cultivadas em condições de salinidade representa importante mecanismo adaptativo, pois nessas condições a transpiração diminui, acompanhada de uma diminuição no transporte de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no xilema que mantém alto teor de água (TAIZ et al., 2017).

Para o efeito da FO, os substratos EO, CO e HU apresentaram as melhores médias para o CPA, ( $p < 0,05$ ) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Comprimento da parte aérea de mudas de pitiaia vermelhas em diferentes fontes orgânicas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

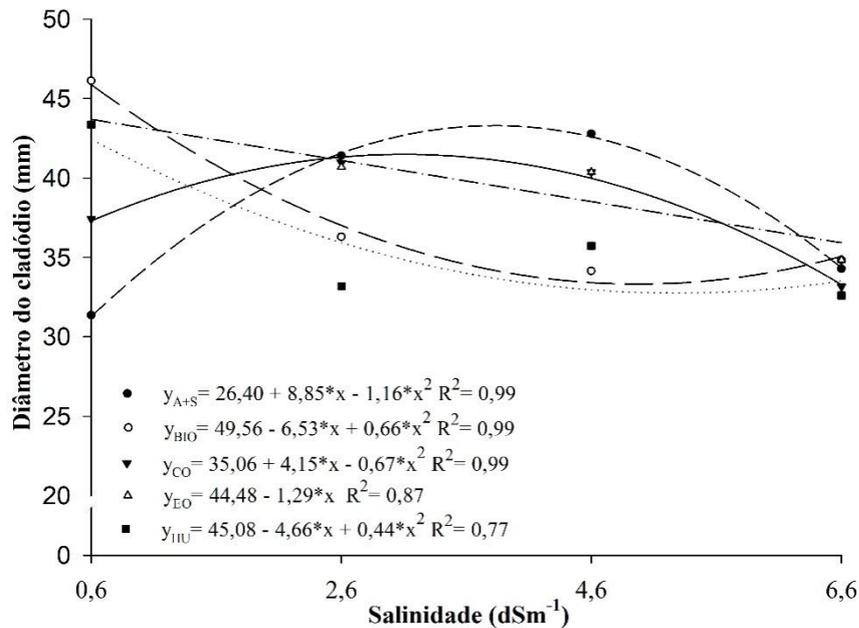
Tratamentos	CPA (cm)
Areia+Solo (1:1:1)	26,7 c
Biofertilizante (1:1:1)	46,94 b
Composto orgânico (1:1:1)	86,52 a
Esterco ovino (1:1:1)	87,00 a
Húmus (1:1:1)	81,47 a
CV (%)	24,74

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O uso das FO na adubação ou na composição de substratos na produção de mudas é visto como uma alternativa viável, pois promove melhorias no estabelecimento e crescimento das plantas. No caso do HU e o CO, seus benefícios agem nas características químicas, físicas e biológicas dos substratos (AQUINO; LOUREIRO, 2004). Por ser uma fonte rica em fósforo, cálcio e potássio (Tabela 1), o húmus auxilia no crescimento inicial das mudas, fornecendo nutrientes essenciais em frações mais simplificadas, proporcionando maior aproveitamento pelas plantas (ARAÚJO NETO et al., 2009). Por sua vez, o composto orgânico apresenta teores adequados de nutrientes essenciais, boa retenção de umidade e proporção equilibrada de macro e microporos, favorecendo a atividade fisiológica da raiz e crescimento das plantas (FERNANDES et al., 2006).

O esterco ovino é um resíduo abundante em regiões áridas e semiáridas, considerado fonte de matéria orgânica rica em substâncias que auxiliam no desenvolvimento das plantas (ALENCAR et al., 2008). Na composição dos substratos, o esterco ovino melhora a textura, aumentando o espaço poroso, além de promover a liberação de nutrientes para as plantas (LIMA et al., 2006). Resultados satisfatórios foram observados por Souza et al. (2014) na produção de mudas de cucurbitáceas utilizando esterco ovino, obtendo mudas da abóbora com excelentes qualidades quando produzidas nos substratos constituídos de esterco ovino + solo, na proporção 3:1, semelhante à adotada no presente estudo.

Para o diâmetro do cladódio (Figura 12), observou-se resposta de regressão polinomial linear decrescente para o substrato EO, com o aumento dos níveis salinos. Os demais substratos apresentaram efeito de regressão polinomial quadrático. Os substratos A+S e CO apresentaram acréscimos no diâmetro do cladódio até  $4,6 \text{ dSm}^{-1}$  de salinidade, ocorrendo decréscimo com o nível  $6,6 \text{ dSm}^{-1}$ . Por sua vez, os substratos BIO e HU apresentaram respostas inversas, com decréscimo até a dose  $4,6 \text{ dSm}^{-1}$ , ocorrendo acréscimo após o aumento da salinidade para  $6,6 \text{ dSm}^{-1}$ .



**Figura 12.** Diâmetro do cladódio de mudas de pitaia vermelhas em diferentes níveis salinos e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

As cactáceas possuem folhas modificadas conhecidas como espinhos. Nesse sentido, os cladódios possuem funções de sustentação e absorção de nutrientes. Um dos efeitos deletérios da salinidade na pitaia, ao reduzir o diâmetro dos cladódios, é a diminuição de sua capacidade fotossintética, o que resulta em alterações morfológicas e anatômicas, prejudicando o crescimento inicial, na medida em que ocasiona a perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água e nutrientes (SILVA et al., 2008).

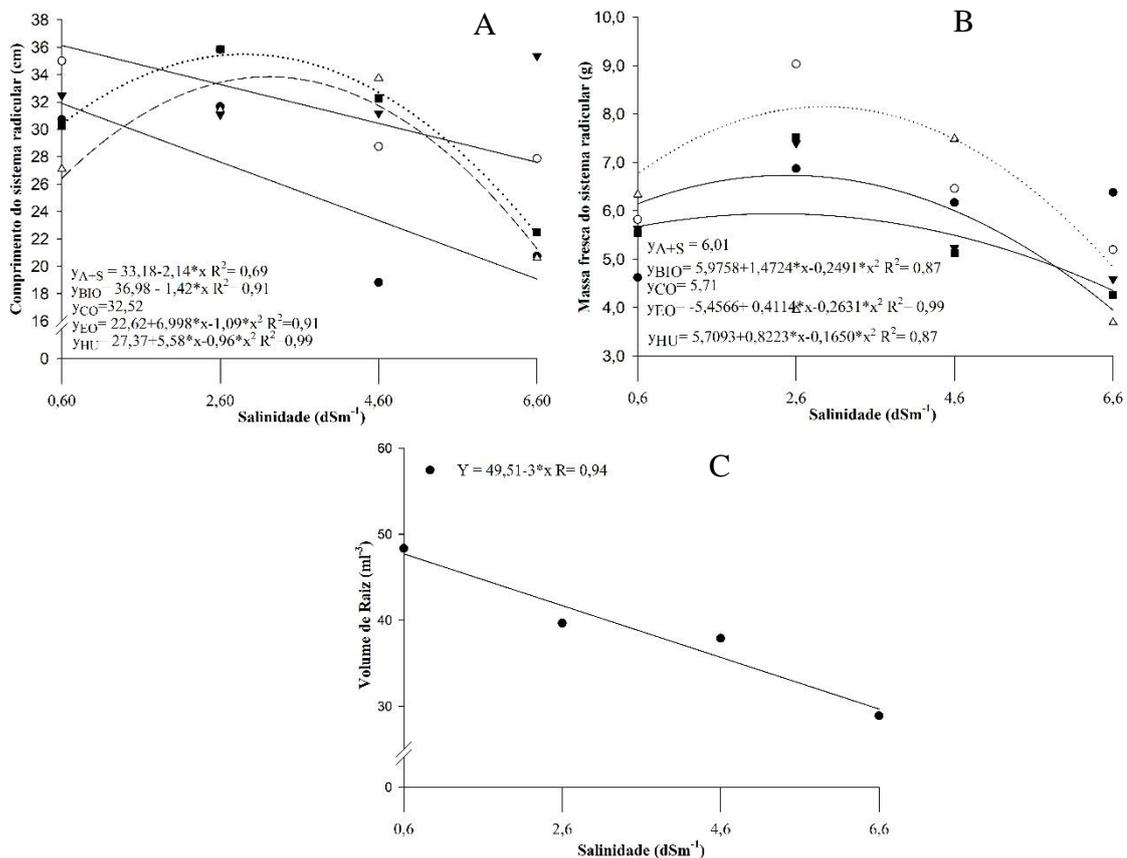
Mudas de mandacaru apresentaram comportamentos semelhantes sob diferentes níveis de salinidade. Mesmo sendo uma cactácea, essa espécie é sensível a baixas concentrações salinas (PORTELA et al., 2015). Mudas de maracujá amarelo apresentaram redução com o aumento da salinidade da água no crescimento em diâmetro do caule (NASCIMENTO et al., 2017). Essa informação corrobora com os resultados em apreço.

A redução ou aumento do diâmetro do caule estão relacionados à quantidade de nutriente presente no substrato e sua capacidade de agregação de partículas. Os componentes dos substratos são utilizados como ativadores diretos do processo fotossintético, ocorrendo maiores taxas fotossintéticas em plantas bem nutridas, melhorando seu desenvolvimento (LARCHER, 2000).

O composto orgânico e o esterco ovino são utilizados na composição de substrato devido às suas características físico-químicas, proporcionando ambiente favorável ao crescimento

inicial das plantas (GONÇALVES et al., 2013). Na produção de mudas de jaqueira, Morais et al. (2012) observaram que o substrato contendo o esterco de ovino foi menos prejudicial no desenvolvimento das mudas do que os esterços caprino e bovino, devido aos maiores conteúdos médios de nitrogênio, de potássio e de cálcio.

Para o comprimento do sistema radicular (Figura 13 A), o substrato CO não apresentou resposta significativa, sendo as médias estatisticamente iguais. Os substratos A+S e BIO apresentaram regressão polinomial linear decrescente, não apresentando respostas com o aumento dos níveis de salinidade. Os substratos EO e HU apresentaram respostas de regressão polinomial quadrática negativa, obtendo-se maiores comprimentos, 34,14 e 35,48 cm, nas concentrações 3,21 e 2,91 dSm<sup>-1</sup>, respectivamente, decrescendo com os níveis crescentes de salinidade aplicados.



**Figura 13.** Comprimento do sistema radicular (A), massa fresca do sistema radicular (B) e volume de raiz (C) de mudas de pitaya vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Para a massa fresca da raiz (Figura 13B), observou-se que as FO A + S e o CO não apresentaram efeito significativo, sendo as médias estatisticamente iguais. Por sua vez, as fontes orgânicas BIO e HU apresentaram resposta de regressão polinomial quadrática decrescente, obtendo o máximo de acúmulo de massa fresca (8,15 g e 6,72 g) nas concentrações de 2,96 dSm<sup>-1</sup> e 2,49 dSm<sup>-1</sup>, respectivamente. Posteriormente, observa-se perda de MFSR com o aumento da salinidade. O substrato EO adequou-se ao modelo quadrático, apresentando o maior peso 7,8 g na concentração 4,5 dSm<sup>-1</sup>, sendo observada redução na medida em que se aumenta os níveis salinos.

Em condições de estresse salino, ocorre a redução do potencial osmótico da planta em vez de redução no potencial de pressão, o que indica ajustamento osmótico decorrente da síntese de solutos compatíveis. A redução do comprimento e no número de raízes se deve possivelmente à diminuição do potencial osmótico provocado pelo aumento dos sais solúveis na solução do solo, que dificultam a absorção de água pelas plantas (IZZO et al., 1993).

É possível observar correlação intermediária positiva (Apêndice: Tabela 8) entre as variáveis massa fresca das raízes e comprimento do sistema radicular, por serem influenciadas pela quantidade de raízes existentes. Os resultados anteriores demonstraram que o tamanho das raízes das plantas de pitaiá vermelha sofreram redução na medida em que as concentrações salinas foram aumentando, o que acarreta perdas de biomassa. Os tratamentos que receberam BIO na sua composição expressaram maiores médias.

O substrato pode influenciar no desenvolvimento radicular, uma vez que pode apresentar estabilidade dos agregados, resultando em maior espaço poroso para o crescimento das raízes, que se desenvolvem de forma adequada, promovendo maior eficiência na absorção de água e nutrientes pelas plantas (MELLEK et al., 2010).

De acordo com os resultados encontrados no trabalho, foi possível observar que o BIO e o CO foram as FO que apresentaram médias superiores aos demais tratamentos para variável comprimento do sistema radicular (Figura 13 A). O biofertilizante possui a capacidade de reduzir o potencial osmótico, o que resulta em melhorias na capacidade fotossintética e trocas gasosas das plantas cultivadas em ambiente salino, aumentando a eficiência na absorção de água e nutrientes pelas raízes (SILVA et al., 2011).

O biofertilizante atuou de forma eficiente na produção de mudas de nim sob salinidade da água, observando-se que o biofertilizante proporcionou melhores condições de crescimento e desenvolvimento para formação das mudas (MESQUITA et al., 2015).

O composto orgânico apresenta propriedades que auxiliam o desenvolvimento do sistema radicular das plantas. De acordo com Cunha et al. (2005), a adição de composto orgânico aos

substratos usados para produção de mudas resulta em benefícios como o fornecimento de macro e micronutrientes e a redução do Al trocável, afirmação que corrobora os resultados encontrados na análise de substrato (Tabela 2).

O biofertilizante apresenta características de fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico no solo, razão pela qual, ao aplicá-lo em ambientes com determinadas concentrações de sais, ocorre a redução do potencial osmóticos, fazendo as plantas conseguirem absorver mais água e nutrientes, ativando seu crescimento (MESQUITA et al., 2010).

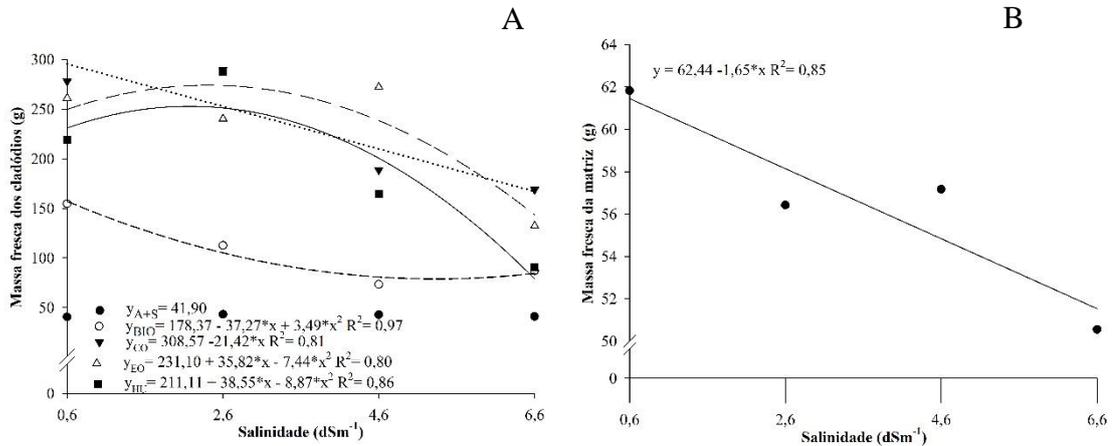
Para o volume de raiz (Figura 13C), houve resposta de regressão polinomial linear decrescente na medida em que aumentaram as concentrações salinas, mostrando o forte efeito salino no desenvolvimento radicular da planta.

O aumento das concentrações salinas resulta no decréscimo do número de raízes, na medida em que as raízes apresentam dificuldades de se desenvolver em ambientes com elevadas concentrações de íons. Quando o teor de sódio é alto em relação aos demais cátions, este pode ser adsorvido pelo complexo de troca e, nesse caso, as partículas de argila podem dispersar-se e o solo perde sua estrutura, tornando-se impermeável (TAIZ et al., 2017).

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com Nunes et al. (2012), ao avaliar o comportamento de mudas de nim diante da salinidade da água; os efeitos negativos comprometeram também o crescimento e diâmetro do caule. De acordo com Holanda Filho et al. (2011), os sais dissolvidos na solução do solo provocam alterações nos processos fisiológicos das culturas, com consequente redução no crescimento e volume radicular.

A massa fresca dos cladódios (Figura 14 A) não apresentou efeito significativo para o substrato A+S, dentro dos níveis salinos. O CO apresentou resposta de regressão linear decrescente, sendo o substrato que mais apresentou decréscimo de massa fresca com o aumento da salinidade. Os substratos EO e HU apresentaram acréscimos na biomassa fresca dos cladódios até o nível salino de  $2,6 \text{ dSm}^{-1}$ , em seguida a resposta foi decrescente com os aumentos dos níveis salinos. Para o substrato BIO, a massa fresca dos cladódios apresentou decréscimo até o nível de  $4,6 \text{ dSm}^{-1}$ , apresentando posteriormente uma estabilização, com leve acréscimo na concentração de  $6,6 \text{ dSm}^{-1}$ .

Por sua vez, a massa fresca da matriz (Figura 14 B) apresentou resposta de regressão polinomial linear decrescente, observando-se, dessa forma, o efeito da salinidade na matriz da planta. Para o fator FO (Tabela 6), observou-se que os substratos CO, EO e HU apresentaram as maiores médias, entretanto não diferiram estatisticamente do substrato BIO.



**Figura 14.** Massa fresca dos cladódios (A) e massa fresca da matriz (B) de mudas de pitaita vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Mesmo apresentando comportamento decrescente de 68,4 e 18,2% para a massa fresca do cladódio e da matriz, respectivamente, com o aumento dos níveis salinos, os substratos formados por proporções de CO e HU obtiveram médias superiores ao serem comparados com os demais tratamentos. Avaliando diferentes substratos na produção de mudas de cupuaçuzeiro, Santos et al. (2014) observaram que as plantas apresentaram maior qualidade nos tratamentos contendo húmus de minhoca.

**Tabela 6.** Massa fresca da matriz de mudas de pitaita vermelhas em diferentes fontes orgânicas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

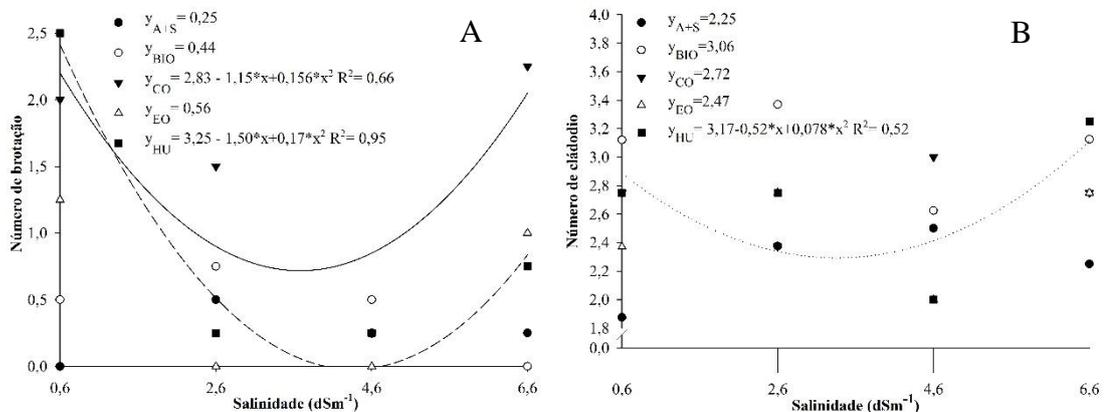
Tratamentos	Massa da matriz (g)
Areia+Solo (1:1:1)	46,50 b
Biofertilizante (1:1:1)	53,97 ab
Composto orgânico (1:1:1)	61,56 a
Esterco ovino (1:1:1)	59,50 a
Húmus (1:1:1)	60,94 a
CV (%)	15,47

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O aumento de sais da água ou do solo inibe a emissão das folhas. Esta inibição se torna mais prejudicial quando resulta em menor comprimento e largura, reduzindo a expansão foliar, com reflexos negativos na taxa de fotossíntese líquida, prejudicando os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas em geral, resultando no baixo peso (NUNES et al., 2012).

O húmus de minhoca e o composto orgânico apresentam elevada atividade de microrganismo na sua decomposição, o que resulta em elevadas concentrações de substâncias orgânicas que ajustam o pH do meio e auxiliam no desenvolvimento das plantas através da liberação de macro e micronutrientes. O uso de composto orgânico na produção de mudas de alface resultou em melhoria na qualidade das plantas e nas características químicas do solo, promovendo a redução da acidez potencial (OLIVEIRA et al., 2014).

Para as variáveis número de brotações secundária dos cladódios e número de cladódios emitidos (Figura 15 A e B), o comportamento observado foi de regressão polinomial quadrática positiva, com efeito crescente para as fontes orgânicas CO e HU para número de brotação e HU para número de cladódios, que decresceu com aumento das concentrações salinas até 4,6 dSm<sup>-1</sup>, apresentando acréscimo na concentração posterior, 6,6 dSm<sup>-1</sup>.



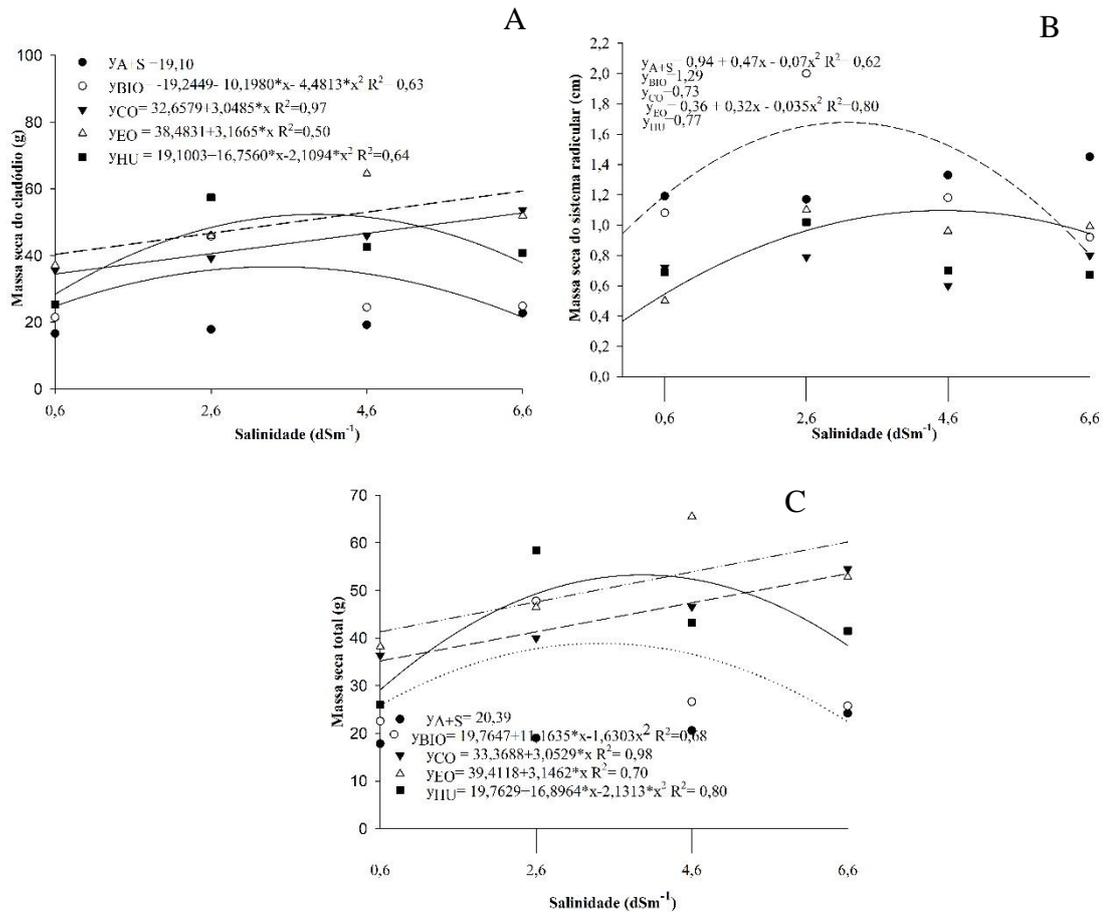
**Figura 15.** Número de brotação (A) e número de cladódios (B) de mudas de pitáia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

No intuito de garantir sua sobrevivência e reprodução, algumas plantas continuam crescendo mesmo em ambientes com condições adversas. A expansão da aérea foliar resulta no aumento da sua capacidade fotossintética, favorecendo, conseqüentemente, a produção de carboidratos que serão utilizados nas suas atividades metabólicas (TAIZ et al., 2017).

Os resultados mostram que as plantas de pitaiia vermelha conseguiram manter o número de cladódios e emissão de brotos uniforme nas composições de substratos BIO, HU e CO. O uso de material orgânico na composição de substratos pode reduzir os efeitos negativos promovidos pela salinidade nas plantas. Esses resíduos orgânicos atuam diretamente nas características químicas dos substratos, elevando sua fertilidade e melhorando suas propriedades físicas, auxiliando no acondicionamento das plantas devido ao ajuste do espaço poroso.

Os resultados encontrados no presente estudo divergem dos observados por outros autores, uma vez que o estresse salino inibe a brotação de folhas e crescimento das plantas. Avaliando o crescimento de genótipos de maracujazeiro-amarelo, Bezerra et al. (2016) constataram redução no crescimento e número de folhas dos genótipos com o aumento da salinidade da água. Espécies nativas do bioma Caatinga, tais como a oiticica, mesmo sendo consideradas tolerantes ao estresse hídrico, assim como a pitaiia, tiveram seu crescimento e número de folhas inibidos com o aumento da salinidade (DINIZ NETO et al.,2014).

Para a massa seca do cladódio (Figura 16 A), é possível observar que não houve efeito significativo para o substrato A+S, sendo as médias estatisticamente iguais, não se ajustando a nenhum modelo matemático. Os substratos CO e EO apresentaram comportamento linear crescente com o aumento dos níveis salinos, comportamento semelhante ao da massa seca total (Figura 16 C).



**Figura 16.** Massa seca do cladódio (A), massa seca do sistema radicular (B) e massa seca total (C) de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

A fonte orgânica HU proporcionou comportamento quadrático decrescente, apresentando o ponto máximo de eficiência 52,34 (g) no nível 3,42 dSm<sup>-1</sup>, todavia as plantas foram perdendo massa com o aumento da salinidade. As médias dos tratamentos com BIO ajustaram-se ao modelo quadrático, demonstrando comportamento crescente até a concentração 2,6 dSm<sup>-1</sup>, seguido de um pequeno decréscimo; posteriormente, as médias se estabilizaram até a concentração 6,6 dSm<sup>-1</sup> (Figura 16 A)

Para a massa seca do sistema radicular (Figura 16 B), não houve efeito significativo para os substratos BIO, CO e HU, sendo as médias estatisticamente iguais. Por sua vez, o comportamento dos substratos A+S e EO ajustou-se ao modelo de regressão quadrática, onde a maior massa foi 1,73 e 0,65 g planta<sup>-1</sup> nas concentrações de 3,36 e 2,86 dSm<sup>-1</sup>, decrescendo posteriormente com o aumento dos níveis salinos.

Os efeitos deletérios da salinidade sobre a massa seca das plantas são vistos como um acúmulo de fatores negativos provocados pela presença de íons tóxicos na água ou solo. Esses íons podem interferir de forma direta ou indireta no ciclo fisiológico das plantas. Conforme Oliveira et al. (2015), as condições existentes em ambientes salinos promovem a redução da disponibilidade de água às plantas devido à queda do potencial da água no solo, de modo que a salinidade exige maior consumo de energia pelas plantas para a absorção da água e, por esse motivo, ocorre diminuição na produção de matéria seca da parte aérea, sistema radicular e total.

Em relação à massa seca total (Figura 16C), o substrato A+S não apresentou efeito significativo entre as médias, sendo estatisticamente igual. As fontes CO e EO apresentaram comportamento linear crescente mesmo com aumento os níveis salinos da água. As composições de substratos com BIO e HU apresentaram comportamento quadrático negativo, com máxima eficiência de 38,86 g e 53,24 g, respectivamente, nas concentrações 3,42 dSm<sup>-1</sup> e 3,96 dSm<sup>-1</sup>. Observa-se, a partir dessas concentrações, redução na massa seca plantas submetidas a esses tratamentos.

A inibição no crescimento e produção de biomassa pelas plantas em geral é resposta do desequilíbrio nutricional e toxicidade, que provocam perdas de respiração, expansão radicular, absorção de água e fixação de CO<sub>2</sub> (PARIDA; DAS, 2005). Entretanto, algumas medidas poderão ser adotadas no intuito de minimizar essas perdas. O uso de compostos ricos em substâncias orgânicas, por exemplo, pode influenciar no crescimento das plantas, disponibilizando nutrientes essenciais ao metabolismo vegetal pela ciclagem de nutrientes, contribuindo também para a melhoria física, química e biológica do substrato (CAVALCANTE et al., 2010).

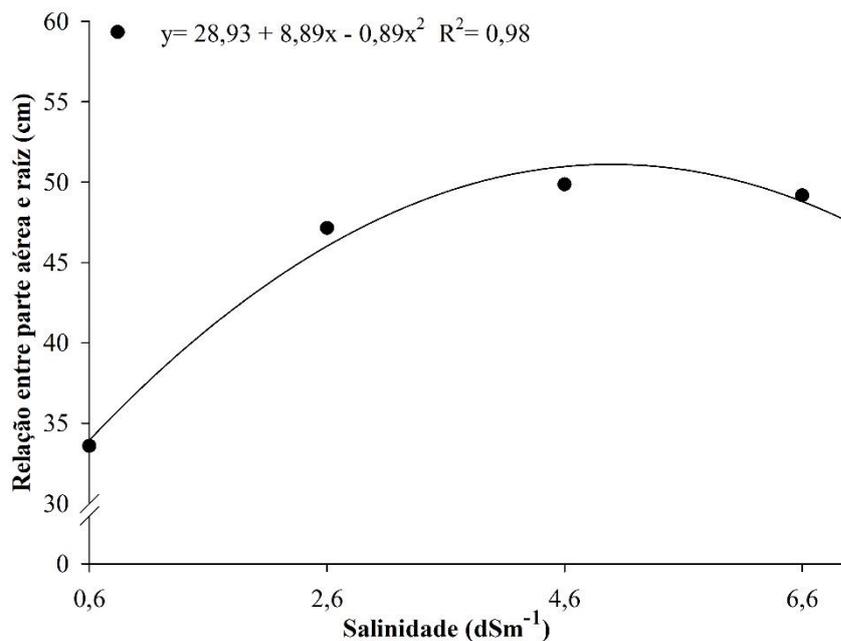
De acordo com os resultados encontrados (Figura 16), os substratos CO, EO e BIO apresentaram médias superiores aos demais tratamentos, resposta positiva que se deve à presença de substâncias orgânicas nesses materiais. Essas fontes de matéria auxiliam fisicamente e quimicamente nas propriedades do substrato, como aeração, retenção de água e melhor estruturação dos agregados, além de disponibilizar nutrientes essenciais (fósforo, cálcio e magnésio) no crescimento inicial das plantas. Essa afirmação pode ser verificada (Apêndice: Tabela 2), resultando no aumento da capacidade de troca de cátions, benefícios que contribuem no desenvolvimento vegetativo (COSTA et al., 2015; TAIZ et al., 2017).

Resultados similares foram observados por Oliveira et al. (2015), utilizando solo + esterco ovino (2:1), que observaram maior crescimento inicial e acúmulo de matéria seca nas mudas irrigadas com salinidade até o nível de 1,5 dSm<sup>-1</sup>, na produção de mudas de maracujazeiro

amarelo. Ao avaliar a formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigado com biofertilizante e esterco bovino, Nascimento et al. (2017) verificaram que a biomassa seca do caule e sistema radicular foram comprometidos com o aumento na concentração salina, porém a aplicação de biofertilizante estimulou o acúmulo de biomassa seca foliar das mudas irrigadas.

É possível observar um comportamento polinomial quadrático negativo para a relação entre parte aérea e sistema radicular (Figura 17), obtendo-se o ponto máximo 51,13 cm na concentração 4,99 dSm<sup>-1</sup>, posteriormente há um decréscimo mais acentuado a partir da concentração 6,6 dSm<sup>-1</sup>. Para a relação entre parte aérea e diâmetro do cladódio (Tabela 7), observa-se efeito isolado para FO, tendo os substratos HU, EO e CO apresentado maiores médias não diferenciadas estatisticamente entre si.

As respostas encontradas entre as relações de crescimento (Figura 17; Tabela 7) neste estudo mostram correlação intermediária positiva entre as variáveis (Apêndice: Tabela 8), reafirmando o que vem sendo observado na maioria das avaliações: o efeito da salinidade na cultura da pitaita pode interferir no seu desenvolvimento até determinada concentração. Nesse caso, acima de 5 dSm<sup>-1</sup> as plantas tiveram o comprimento dos cladódios e sistema radicular comprometidos. Os declínios observados no crescimento da parte aérea, diâmetro e sistema radicular das plantas irrigadas com água salina são consequências dos efeitos tóxicos dos sais em excesso na água de irrigação, que limitam a expansão e multiplicação celular, reduzindo principalmente as variáveis de crescimento (NASCIMENTO et al., 2011).



**Figura 17.** Relação entre parte aérea e raiz de mudas de pitiaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Na relação parte aérea e diâmetro do cladódio (Tabela 7), as maiores médias foram encontradas nos substratos contendo HU, EO e CO. Esses resultados corroboram os encontrados por Souza et al. (2014), onde o substrato constituído de esterco ovino + solo, na proporção 3:1, promoveu maior qualidade nas mudas de abóbora. Segundo Santos (2016), ao avaliar o desempenho do algodoeiro em função da salinidade na água de irrigação adubado com húmus de minhoca, observou-se que a adubação com húmus resultou em respostas positivas no cultivo da cultura mesmo sob estresse salino.

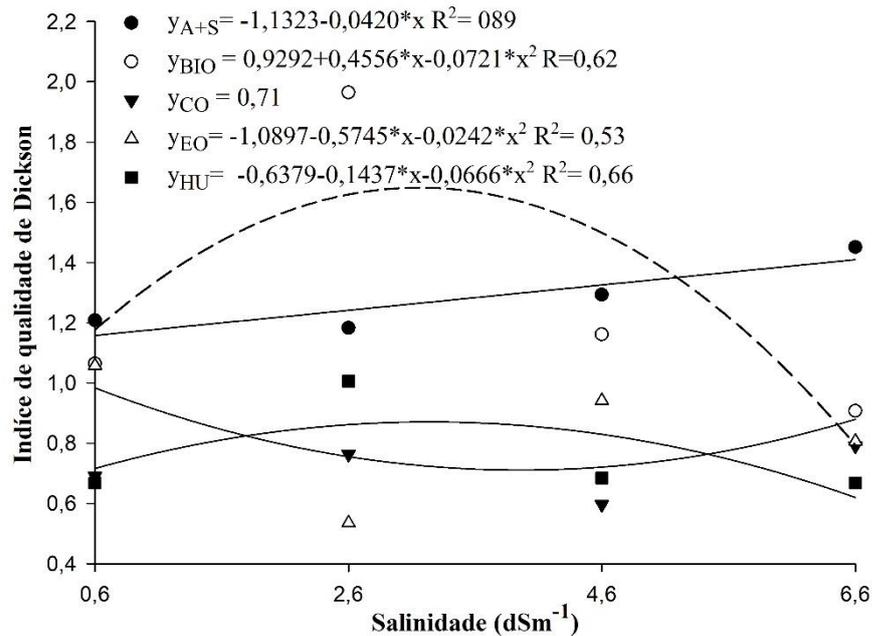
**Tabela 7.** Relação entre parte aérea e diâmetro de cladódio de mudas de pitiaia vermelhas em diferentes fontes orgânicas. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Tratamentos	RAD (cm)
Areia+Solo (1:1:1)	0,93 b
Biofertilizante (1:1:1)	1,31ab
Composto orgânico (1:1:1)	2,05 a
Esterco ovino (1:1:1)	2,17 a
Húmus (1:1:1)	2,18 a
CV (%)	27,23

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O substrato contendo húmus de minhoca, na proporção de 40%, proporcionou a produção de porta-enxertos de maior qualidade para a cultura da goiabeira (OLIVEIRA et al., 2015). Esses materiais ricos em substâncias orgânicas apresentam alta retenção de umidade, substâncias fitoprotetoras e fito-hormonais, como auxinas, citocininas e giberelinas, fatores que contribuem significativamente no melhor crescimento e desenvolvimento das mudas (GOÉS et al., 2011; ZHANG et al., 2015).

Com relação ao índice de qualidade de Dickson (Figura 18), os substratos A+S, CO e HU não apresentaram efeito significativo. Para o substrato BIO, houve ajuste ao modelo de regressão quadrático, obtendo-se o maior valor 1,65 na concentração de 3,16  $\text{dSm}^{-1}$ , decrescendo com os níveis crescentes de salinidade. O substrato EO ajustou-se ao modelo quadrático, apresentando o maior valor do IQD 1,05 na concentração de 0,6  $\text{dSm}^{-1}$  (Testemunha).



**Figura 18.** Índice de qualidade de Dickson de mudas de pitaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

O IQD é considerado um bom indicador de qualidade de mudas, pois avalia a robustez (ALT/DC), juntamente com o equilíbrio da distribuição da biomassa (MSPA/MSRA). Desse modo, quanto maior o valor, melhor é a qualidade da muda (CAVALCANTE et al., 2016). Para uma avaliação mais eficiente dessa qualidade, IQD inferiores a 0,2 indicam mudas não consideradas com boa qualidade final para serem estabelecidas no campo, valores acima dos parâmetros estabelecidos (0,2) classificam as mudas aptas ao plantio (HUNT, 1990).

De acordo com as médias apresentadas nos tratamentos, podemos concluir que todas as mudas de pitaia vermelha estão aptas para o plantio, mesmo ocorrendo decréscimo na qualidade das plantas com o aumento das concentrações salinas. A relação área foliar/diâmetro expressa grande relevância, por ser considerada um indicativo da produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha ou cladódios. O estresse salino pode provocar redução na frequência estomática (RADI et al., 1989).

Na avaliação do crescimento inicial da pitaia, foi observado que os tratamentos constituídos por BIO apresentaram maiores valores para a variável em questão. Resultados semelhantes foram observados por Mesquita et al. (2015) nas mudas de nim irrigadas com

diferentes concentrações salinas e biofertilizante, constatando-se redução do IQD, que tornou as mudas sem aplicação do biofertilizante inviáveis para o plantio.

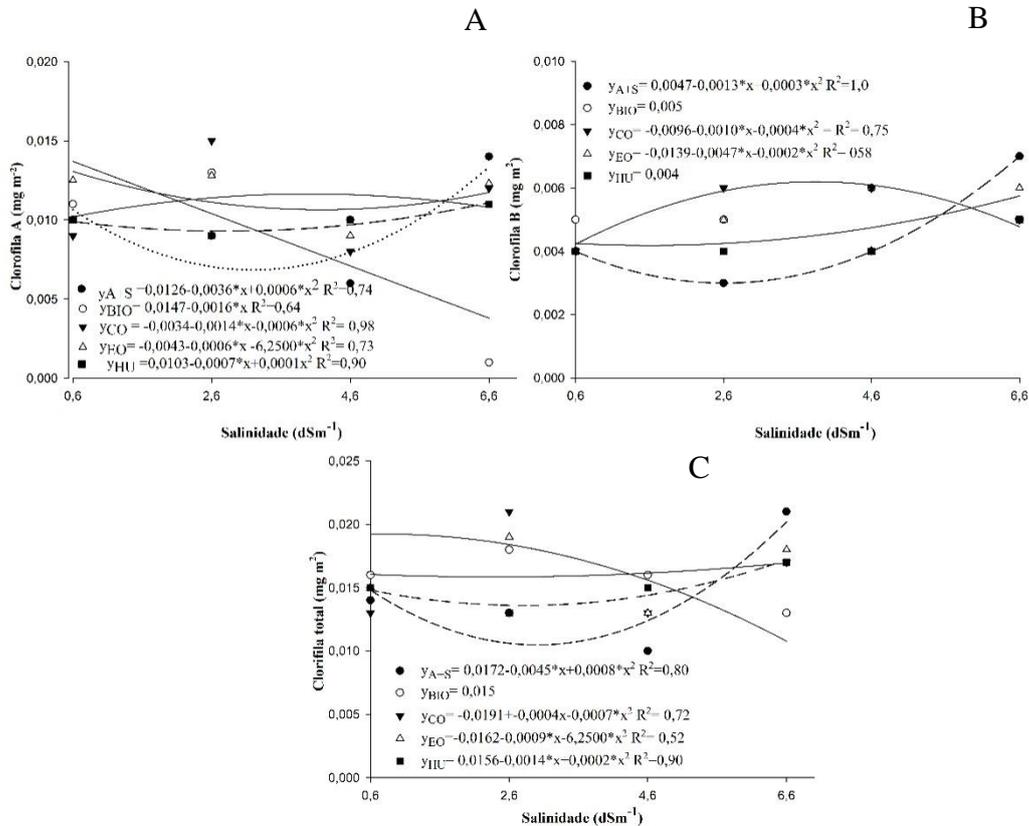
O biofertilizante, quando aplicado na forma líquida, proporciona melhorias físicas no substrato, criando uma camada protetora que possibilita diminuição das perdas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo, isso garante mais retenção de umidade e eficiência na absorção de nutrientes. Esses benefícios atuam diretamente na qualidade final das mudas (CAVALCANTE et al., 2010).

Para efeito de classificação quanto à tolerância à salinidade, foi usado o critério do rendimento relativo com o aumento do estresse salino, considerando-se a fitomassa seca total. De acordo com as médias obtidas, observou-se que as mudas de pitaita vermelha irrigadas com os níveis salinos 2,6, 4,6 e 6,6 dSm<sup>-1</sup> mostram-se moderadamente tolerantes, com reduções de 34,7, 32,3 e 26,8%, respectivamente.

Respostas diferentes foram encontradas por Cavalcante et. al (2007), que, ao avaliar o crescimento inicial de pitaita branca, concluíram no final do experimento que 50% das mudas morreram quando submetidas à concentração salina igual a 4,0 dSm<sup>-1</sup>. Resultados negativos quanto à tolerância do mandacaru à salinidade foram observadas por Portela et al. (2015),concluindo que a espécie é sensível a baixas concentrações salinas. Esses resultados mostram que a tolerância à salinidade depende de inúmeros fatores, dentre eles: espécie, condições ambientais, adubação e composição de substrato, mostrando a importância de se realizar mais pesquisas sobre o assunto.

Para as características bioquímicas (Apêndice: Tabela 9), observou-se que as variáveis aminoácidos livres totais e clorofila A, B e Total apresentaram efeito significativo para a interação dos fatores (S) x (FO) pelo teste F ( $p < 0,01$ ). Para as variáveis açúcares solúveis (AST) e prolina (PROL), houve apenas efeito significativo isolado para o fator (S) pelo teste F ( $p < 0,01$ ).

A representação gráfica para clorofila a, b e total (Figura 19) mostra que as FO dentro dos níveis de salinidade obtiveram resposta de regressão polinomial linear e quadrática. Para a clorofila a (Figura19 A), os tratamentos com BIO apresentaram resposta linear decrescente conforme aumentaram os níveis de salinidade no substrato, resultando na perda de 65% desde 0,6 dSm<sup>-1</sup>(testemunha) até a maior concentração salina, 6,6 dSm<sup>-1</sup>. Os substratos A+S e HU obtiveram respostas quadráticas positivas, obtendo-se o ponto mínimo de 0,01 (mg m<sup>-2</sup>) na concentração salina de 3 e 3,5 dSm<sup>-1</sup>, respectivamente, ocorrendo acréscimos no teor de clorofila a após o aumento nos níveis salinos. O comportamento da clorofila a nos substratos com CO e EO nos níveis salinos ajustou-se também ao modelo quadrático.



**Figura 19.** Clorofila A (A), clorofila B (B) e clorofila total (C) de mudas de pitaita vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFRSA, 2019.

Para a variável clorofila b (Figura 19 B), os substratos com as FO: BIO e HU não se ajustaram a nenhum modelo de regressão. O substrato A+S ajustou-se ao modelo quadrático crescente, obtendo-se na aplicação de água salina na concentração de 2,67 dSm<sup>-1</sup> o menor teor, 0,003 mg m<sup>-2</sup>; em seguida, os teores aumentam de acordo com as concentrações salinas. Os substratos com as FO: CO e EO ajustaram-se ao modelo quadrático, apresentando aumento nos teores de clorofila, mesmo elevando os níveis salinos.

Em relação à clorofila total (Figura 19C), o substrato com BIO não apresentou efeito significativo, sendo as médias estatisticamente iguais. Os substratos A+S e HU ajustaram-se aos modelos de regressão quadrático decrescente, apresentando nas concentrações salinas de 2,81 e 3,50 dSm<sup>-1</sup> os menores teores, 0,010 e 0,013 mg m<sup>-2</sup> de clorofila total, respectivamente, ocorrendo acréscimos nos níveis crescentes de salinidade até 6,6 dSm<sup>-1</sup>. As respostas da

clorofila total para os substratos CO e EO ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática, apresentando comportamento semelhante aos encontrados para clorofila b (Figura 19B).

As plantas apresentam diferentes estratégias de sobrevivência quando submetidas à condição de estresse seja hídrico ou salino. A clorofila é um pigmento responsável pela captura de luz na fase fitoquímica da fotossíntese. Esses pigmentos estão localizados nos cloroplastos das células dos órgãos responsáveis por essa captura (TAIZ et al., 2017). No caso das cactáceas, os maiores teores de clorofila são encontrados nos cladódios, pois apresentam função fotossintética.

De acordo com Longstreth; Nobel (1979), os conteúdos de clorofila e carotenoides diminuem sob altas concentrações de sais. É possível observar esse tipo de comportamento na pitaia vermelha (Figura 19 A, B e C). A redução nos teores de clorofila na medida em que aumenta a condutividade elétrica da água estar relacionado com efeito osmótico causado pela concentração de sais na região da rizosfera. Essa condição aumenta a dificuldade das plantas em absorver água e otimizar o processo de aproveitamento da energia luminosa (BRITO et al., 2016).

Porém, alguns tratamentos (BIO, CO e EO) responderam de forma positiva, crescendo os teores de clorofila nas plantas com o aumento da salinidade. Esse tipo de comportamento pode estar diretamente relacionado ao mecanismo de tolerância à salinidade das plantas como uma estratégia para manter seu aparato fotossintético favorável ao seu desenvolvimento durante uma condição de estresse, no intuito de garantir a sobrevivência e adaptação (JAMIL et al., 2007). Esse mesmo comportamento foi observado por Sá et al. (2018), avaliando o efeito da salinidade e adubação mineral na eficiência fotoquímica da aceroleira, constatando que em níveis mais altos de salinidade há redução na eficiência quântica do fotossistema II e nos teores de clorofila.

Algumas plantas desenvolvem mecanismos de adaptação quando submetidas a condições adversas existentes no ambiente. O aumento nos índices de clorofila com o aumento da salinidade é considerado uma alternativa de sobrevivência para que a planta possa garantir seu crescimento e reprodução, pois sua capacidade fotossintética aumenta com a melhor absorção de luz pelos cloroplastos (GRACIANO et al., 2011).

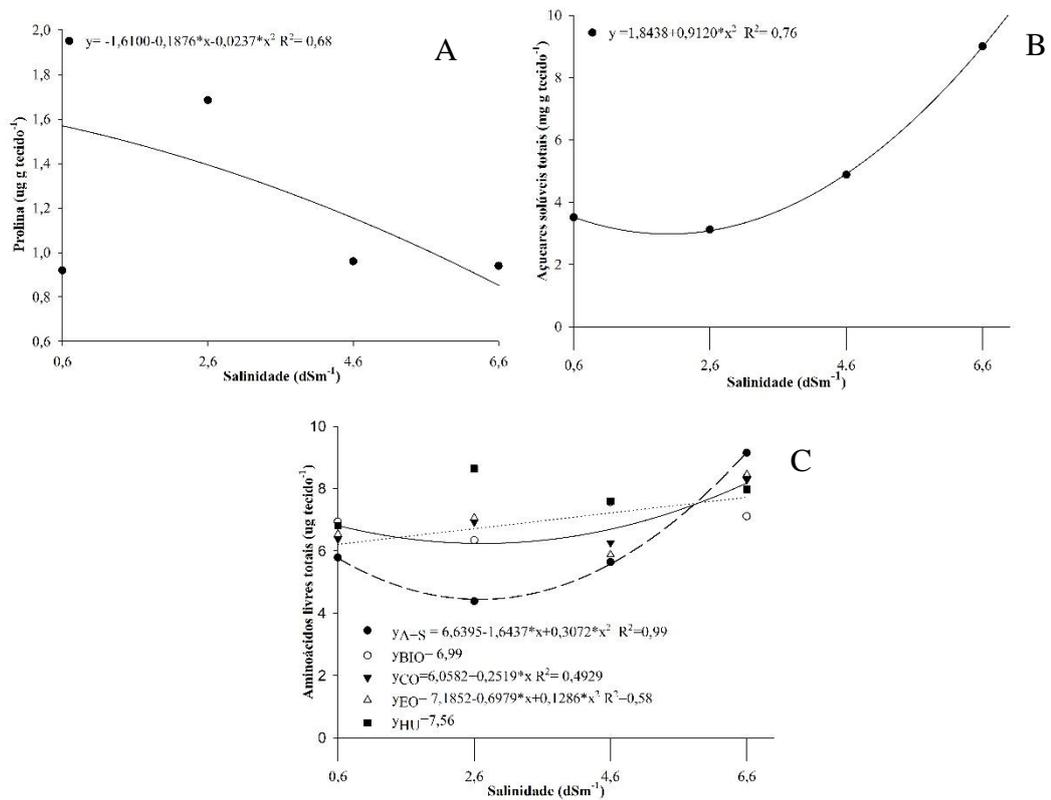
Ao avaliar o efeito da salinidade em plantas de *Opuntia fî cus-indica* (L.), Salazar; Véliz (2008) concluíram que elevados níveis de salinidade não afetaram os teores de clorofila dos cladódios. De acordo com os autores, esse resultado pode ser um indicativo de algum tipo de ajuste osmótico nessa espécie de cacto. Nesse sentido, o aumento nos teores de clorofila

(Figura 19), no presente estudo, pode ser uma característica fisiológica de tolerância à salinidade e ajuste osmótico da pitia vermelha na fase de produção de mudas

Essa resposta positiva também estar relacionada à disponibilidade e liberação de nutrientes presentes nos substratos BIO, CO e EO (Apêndice: Tabela 2). Para Nixon et al. (1996), os teores de nutrientes presentes no meio são importantes para manutenção da produtividade e desenvolvimento de plantas em áreas salinas. De acordo com Neves et al. (2018), os efeitos deletérios da salinidade nas variáveis fotossintéticas em plantas de *Catharanthus roseus* foram minimizados nos tratamentos contendo biofertilizante bovino. Resultados semelhantes foram observados por Freire et al. (2013), avaliando os teores de clorofila do maracujazeiro irrigado com água salina e biofertilizante.

Substâncias orgânicas, quando incorporadas no substrato na produção de mudas, auxiliam na estrutura física, aumentando o espaço poroso, resultando em maior expansão radicular, aumentando eficiência de absorção de água e nutrientes (MESQUITA et al., 2015). A quantidade de nutrientes é outro fator muito importante, sendo determinante no crescimento inicial das mudas, pois o conjunto desses fatores resulta em um ambiente favorável ao desenvolvimento vegetativo, mesmo em condições de estresse.

Para prolina (Figura 20 A), observou-se que o comportamento se ajustou ao modelo de regressão quadrática, obtendo-se no nível 0,6 (testemunha) o menor teor,  $0,92 \text{ ug tecido}^{-1}$ , obtendo-se posteriormente o maior teor  $1,68 \text{ ug tecido}^{-1}$  no nível  $2,6 \text{ dSm}^{-1}$ . Posteriormente, os teores decrescem, porém com o aumento dos níveis salinos observa-se um acréscimo que se estende até a concentração  $6,6 \text{ dSm}^{-1}$ . Por outro lado, os açúcares solúveis totais (Figura 20 B) ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático, obtendo-se o menor teor  $2,97 \text{ mg g tecido}^{-1}$  na concentração de  $2,0 \text{ dSm}^{-1}$ , ocorrendo acréscimos conforme o aumento nos níveis de salinidade.



**Figura 20.** Prolina (A), açúcares solúveis totais (B) e aminoácidos livres totais de mudas de pitiaia vermelhas em diferentes concentrações de salinidade e fontes de matéria orgânica. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Para aminoácidos livres totais (Figura 20 C), observou-se que os substratos BIO e HU não foram significativos, sendo as médias estatisticamente iguais. O substrato CO apresentou ajuste aos modelos de regressão linear, ocorrendo acréscimos com aumento dos níveis de salinidade. Os substratos A+S e EO ajustaram-se aos modelos de regressão quadrático, apresentando menores teores 2,68 e 2,71  $\mu\text{g tecido}^{-1}$  nas concentrações de 4,44 e 6,24  $\text{dSm}^{-1}$ , respectivamente, obtendo-se acréscimos com o aumento das concentrações dos níveis salinos.

As plantas desenvolvem diferentes mecanismos fisiológicos que minimizam os danos causados pela presença de íons no solo e/ou na água. Uma dessas estratégias é o ajuste osmótico, que ocorre mediante concentração de compostos orgânicos solúveis, tais como carboidratos e prolina entre o citoplasma e o vacúolo, diminuindo o potencial hídrico da célula e a pressão osmótica, aumentando a eficiência de adsorção de água e nutrientes, podendo os solutos ser aminoácidos ou açúcares (TAIZ et al., 2017). Além do ajuste

osmóticos, o acúmulo dessas substâncias auxilia na proteção de macromoléculas celulares, estocagem de nutrientes, manutenção do pH celular, desintoxicação de células e minimização dos efeitos das espécies reativas de oxigênio (ASHRAF; HARRIS 2004).

O aumento nos teores de prolina nas plantas sob condição de estresse salino pode ser explicado por duas maneiras; a primeira é que algumas espécies apresentam elevadas concentrações de prolina endógena, no caso das cactáceas, a outra explicação é que o aumento nos teores de prolina em tecidos vegetais é considerado um mecanismo adaptativo ao estresse (HASANUZZAMAN et al., 2014). De acordo com os resultados encontrados, os teores de prolina e açúcares nas mudas de pitáia vermelha (Figura 20 A e B) aumentaram na medida em que o NaCl foi adicionado à água de irrigação.

Os resultados corroboram com os encontrados por Marques et al. (2010) na cultura da berinjela cultivada sob condições de salinidade. No final do experimento, verificou-se que a concentração de prolina foi superior nas doses em excesso de  $K_2O$ . Mudanças de jatobá também apresentaram comportamento semelhante, aumentando os teores de prolina com o incremento da salinidade na água de irrigação (NASCIMENTO et al., 2015).

A prolina é conhecida como um aminoácido cuja função é proteger as células dos processos de desnaturação sob condições de estresse salino, devido à alta solubilidade em água, por isso apresenta comportamento crescente quando as plantas são submetidas a esse tipo de situação (LEGGH et al., 1981).

Os aminoácidos mais abundantes (cisteína, arginina, metionina) constituem cerca de 55% dos aminoácidos livres, sendo reduzidos quando as plantas foram estressadas com NaCl (ELSHINTINAWY; ELSHOURBAGY, 2001). Essa informação diverge dos resultados encontrados no presente estudo (Figura 20 C), constatando-se aumento proporcional dos teores de aminoácidos em relação às concentrações salinas. Esse comportamento pode estar relacionado à presença da matéria orgânica no substrato, pois houve interação entre os fatores.

A matéria orgânica adicionada ao substrato na produção de mudas irrigadas com água salina libera substâncias húmicas que estabilizam a estrutura física do solo, reduzindo a formação de crosta superficiais, auxiliando na infiltração e respiração das raízes, além de manter o pH na faixa ideal, o que facilita absorção de nutrientes pelas plantas. Esses fatores contribuem positivamente no crescimento vegetativo, resultando em maior eficiência fotossintética e, conseqüentemente, maior produção de soluto pelas plantas (CHA-UM; KIRDMANEE, 2011).

## 5 CONCLUSÃO

As fontes orgânicas biofertilizante, composto orgânico e esterco ovino apresentaram efeitos positivos nas respostas deletérias da salinidade na produção de mudas de pitiaia vermelha.

A pitiaia vermelha mostrou-se moderadamente tolerante aos níveis salinos de 2,6, 4,6 e 6,6  $\text{dSm}^{-1}$ .

## 6 REFERÊNCIAS

- (FAO. **Estudos de Irrigação e Drenagem, 48**). 2017.61-80. agrícola. Trad. H. R. GHEYI, J. R. SOUSA, J. E. QUEIROZ. Campina Grande: UFPB.
- ALENCAR, F. H. H.; SILVA, W. A.; PEREIRA JÚNIOR, E. B.; DAMASCENO, M. M.; SOUTO, J. S. Crescimento inicial de plantas de sábia em Latossolo degradado do Cariri Cearense sob efeito de esterco e fertilizantes químicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB. 3, n. 3, p. 1-5, 2008.
- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. Embrapa. Cruz das Almas-BA. **Embrapa: Mandioca e Fruticultura**. 2010a. Disponível em: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/livro\\_qualidade\\_agua.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/livro_qualidade_agua.pdf)>. Acesso em: 05 jan. 2019.
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura, 2010 b.
- AMORIM, J. R. A.; RESENDE, R. S.; HOLANDA, J. S.; FERNANDES, P. D. Qualidade de água na agricultura irrigada. In: ALBUQUERQUER, P. E. P.; DURÃOES, F. O. M. (org.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2008. p. 255-316.
- AQUINO, A. M.; LOUREIRO, D. C. **Minhocultura**. Embrapa Agrobiologia. Seropédica, RJ, 2004
- ARAÚJO NETO, S. E.; AZEVEDO, J. M. A.; GALVÃO, R. O.; OLIVEIRA, E. B. L.; FERREIRA, R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1408-1413, ago. 2009.
- ARAÚJO, W. B. M.; ALENCAR, R. D.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, E. V.; ANDRADE, R. C.; ARAÚJO, R. R. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.34, n.1, p.68-73, 2010.
- ARMOND, C.; DE OLIVEIRA, V. C.; GONZALES, S. D. P.; DE OLIVEIRA, F. É. R.; DA SILVA, R. M.; LEAL, T. T.; DA SILVA, F. Desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 3, p. 439-442, 2016.
- ARRUDA, E; MELO-DE-PINNA, G. F.; ALVES, M. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 589-601, 2005.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, Pittsburgh, PA v. 166, n. 2, p. 3-16, 2004.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. de H. R. GHEYI, J. F. DE MEDEIROS, F. A. V. DAMASCENO. Campina Grande, PB: Universidade Federal da Paraíba, 1999. (**Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1**).

BAALOUSHA, M.; HEINO, M. M.; LE COUSTOMER, B. K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. *Colloids and surfaces. Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 222, n. 1-2, p. 48-55, 2006.

BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. *Fruits*, Paris, v. 45, n. 2, p. 141-147, 1990.

BARROS, A. D. **Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão.** 2002. 124 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-sp, 2002.

BARROS, L. E. O.; LIBERALINO FILHO, L. Composto orgânico sólido e em suspensão na cultura do feijão Mungo verde (*Vigna radiata* L. Wilzeck). Rio Grande do Norte: **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 3, n. 1, p. 114-122, 2008.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, Crawley, Australia, v. 39, p. 205-207, 1973.

BENTO, M. M. **Fontes de matéria orgânica na composição de substratos para a produção de mudas micorrizadas de maracujazeiro.** 1997. 59f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" , Piracicaba, 1997.

BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. F.; SILVA, J. M.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade1. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 4, p. 502-508, 2016.

BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA, P. A.; TORRES, M. E. R.; MENEZES, H. J. A. Efeitos de composições de substratos na produção de mudas de quiôidô (*Ocimum gratissimum* L.). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 34, n. 1, p. 105-108, 2003.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos.** Livraria Freiras bastos S.A. 5ª ed. Rio de Janeiro, 1979. **Brasil, 2009.** Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/212560.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2011.

BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; SOARES FILHO, W. S.; SILVA, L. A.; FERNANDES, P. D. Trocas gasosas e fluorescência de variedades de porta-enxerto cítricos sob estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal SP, v. 38, n. 3, p. 1-8, 2016.

CANTO, A. R. **El cultivo de pitahaya en Yucatan.** Yucatán: Universidad Autónoma Chapingo, Gobierno Del Estado de Yucatan. 1993.

CAVALCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, F. A.; PEREIRA, K. T. O.; DANTAS, R. P.; OLIVEIRA, M. K. T.; CUNHA, R. C.; SOUZA, M. W. L. Desenvolvimento de mudas de mulungu fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 47-55, 2016.

CAVALCANTE, H. H. L.; BECKMANN, M. Z.; MARTINS, A. B. G.; GALBIATTI, J. A.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da Água e Desenvolvimento Inicial da Pitaya (*Hylocereus undatus*). **Revista Internacional de Ciência da Fruta**, Londres, v. 7, n. 3, p. 81-92, jul. 2007.

CAVALCANTE, Í. H. L.; BECKMANN, M. Z.; MARTINS, A. B. G.; GALBIATTI, J. A.; CAVALCANTE, L. F. Water salinity and initial development of red pitaya. **International Journal of Fruit Science**, New York, v. 7, n. 3, p. 39-46, 2007.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-Pernambuco, v. 31, p. 1281-1290, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 32, p. 251-261, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 32, n. 1, p. 251-261, jan./mar. 2010.

CHANG, F.R.; YEN, C.R. Flowering and fruit growth of pitaya (*Hylocereus undatus* Britt. & Rose). **Journal of Chinese Society for Horticultural Science**, Pequim, v. 43, n. 4, p. 314-321, 1997.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter - an investigation into improving glutinous rice productivity. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 68, n. 4, p. 406-410, 2011.

CHEYNIER, V. Polyphenols in food are more complex than often thought. **Am. J. Clin. Nutr.**, Oxônia, v. 81, p. 223-229, 2005.

COELHO, D. C.; SILVA, E. C. B.; SILVA, F. M.; SOUSA, E. M. L.; NOBRE, R. G. Crescimento de mudas de mamoeiro em condições controladas com água salina. **Revista Verde**, Pombal, PB, v. 10, n. 1, p. 01-05, 2015.

COSTA, E.; PRADO, J. C. L.; CARDOSO, E. D.; BINOTTI, F. F. S. Substrate from vermiculite and cattle manure for ornamental pepper seedling production. **Horticultura Brasileira**, Recife-PE, n. 33, v. 3, p. 163-167, 2015.

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex d.c.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DANTAS, Fernanda Daniele Gonçalves. **Lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma miúda adensada no semiárido**. 2015. 92f. Dissertação

(Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.

DE SOUSA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; DE ARAÚJO VIANA, T. V.; DE AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 43, n. 2, p. 237-245, 2012.

**DE VILLIERS, M. Água.** 2002. Rio de Janeiro, RJ: Ediouro, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en/>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 129-140.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação de solos afetados por sais.** Piracicaba: ESALQ/USP/LER, 2003 (Série didática n° 13).

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, Canadá, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SILVA, C. E. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, p.10-18, 2014.

ELSHINTINAWY, F.; ELSHOUBAGY, M. N. Alleviation of changes in protein metabolism in NaCl - stressed wheat seedlings by thiamine. **Biologia Plantarum**, República Tcheca, v. 44, n. 1, p. 541–545, 2001.

ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; PEREIRA, V. C.; OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, W. O.; SILVA, N. K. C.; MANIÇOBA, R. M. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró - RN.** Período: 1900-2010. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Guarapari – ES, 2011.

ESTEVEZ, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.

FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (org.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados.** Fortaleza, INCTSal, 2010. p. 205-216.

FAO. **Statistics Database.** Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Desempenho de substratos no cultivo do tomateiro do grupo cereja. **Horticultura Brasileira**, Recife-PE, v. 24, n. 2, p. 42-46, 2006.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT, 2010. p. 21-41.

FLOWERS, T. J.; TROKE, P. F.; YEO, A. R. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 28, p. 89–121, 1977.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils**. 2000. Disponível em: <[www.fao.org/home/en/](http://www.fao.org/home/en/)>. Acesso em: 31 jul. 2018.

FRANCO-SALAZAR, V.; VÉLIZ, J. Efectos de la salinidad sobre el crecimiento, acidez titulable y concentración de clorofila en *Opuntia ficus-indica* (L.) **Mill. Saber**, Venezuela, v. 20, n. 1, p. 12-17, 2008.

FREIRE, A. L. O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P.; BRUNO, G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1133-1144, 2010.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.

FREIRE, Joelma de Lira. **Avaliação de clones de palma forrageira (opuntia e nopalea) sob irrigação e salinidade**. 2012. 85f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2012.

GHOSH, N.; ADAK, M. K.; GHOSH, P. D.; GUPTA, S.; SEN GUPTA, D. N.; MANDAL, C. Differential responses of two rice varieties to salt stress. **Plant Biotechnology Report**, Daejeon, Coréia, v. 5, p. 89-103, 2011.

GOMES, M. D. A.; GUIMARÃES, I. P.; MEDEIROS, M. A.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; OLIVEIRA, F. T. R. Tolerância e desenvolvimento de plântulas de *Cereus jamacaru* P. submetidas à salinidade. **II INOVAGRI International Meeting**, 2014, Fortaleza, Brasil.

GONÇALVES, F. G., ALEXANDRE, R. S., SILVA, A. G., LEMES, E. Q., ROCHA, A. P., RIBEIRO, M. P. A. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1125-1133, 2013.

GRACIANO, E. S. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, D. R. M.; PACHECO, C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 15, n. 8, p. 794-800, 2011.

GURGEL, R. L. S.; SOUZA, H. A., TEIXEIRA, G. A., MENDONÇA, V.; FERREIRA, E. A. Adubação fosfatada e composto orgânico na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-Pernambuco, v. 2, p. 262-267, 2007.

HASANUZZAMAN, M.; ALAN, M. M.; RAHMAN, A.; HASANUZZAMAN, M.; NAHAR, K.; FUJITA M. Exogenous proline and glycine betaine mediated up regulation of antioxidant defense and glyoxalase systems provides better protection against salt induced oxidative stress in two rice (*Oryza sativa* L.) varieties. **BioMed Research Internatinal**, Juazeiro do Norte, v. 1, p. 1-17, 2014.

HERNÁNDEZ, Y. D. O. **Hacia el conocimiento y la conservación de la pitahaya**. Oaxaca: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN, 2000.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 15, p. 60-66, 2011.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E., MEDEIROZ, J. M. (org.) **Manejo e controle de salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB, SBEA, 1997. p. 137-169.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooptreatment on morphology of conifer seedlings. In: **Target seedlings symposium, meeting of the western forest nursery associations**, 1990, Roseburg. Proceedings.... Fort Collins: United States Department of Agriculture Forest Service, 1990. p. 218-222.

IZZO, R.; SCAGNOZZI, A.; BELLIGNO, A.; NAVARIIZZO, F. Influence of NaCl treatment on Ca, K and Na interrelations in maize shoots. In: FRAGOSO, M. A. C.; BEUSICHEM, M. L. (org.). **Optimization of plant nutrition**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, v. 1, n. 2, p. 577-582, 1993.

JAMIL, M.; REHMAN, S.; LEC, K. J.; KIM, J. M.; KIM, H. S.; RHA, E. S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agrícola**, v. 64, p. 111-118, 2007.

JUNQUEIRA, K. P; JUNQUEIRA, N. T. V; RAMOS, J. D; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do cerrado**. Planaltina: Embrapa, 2002.

KIEHL, E. J. **Novos Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: 1ª edição do autor, 2010.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 1985.

KIESLING, R. Cactaceas de la Argentina Promisorias Agronomicamente. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, E.U.A., v. 4, n. 1, p. 11-14. 2001.

LACERDA, C. F. **Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino**. 2000. 163f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

LANNA, Natália de Brito Lima. **Doses de composto orgânico na produção de chicória e rabanete**. 2014. 68f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-sp, 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000.

LEGGH, R. A.; AHMAD, N.; JONES, R. G. W. Assessment of glicine betaine and proline comportmentation, by analisis of isolated beet vacuoles. **Physiologia Plantarum**, Lund Suécia, v. 153, n. 2, p. 34-41, 1981.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARCHESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Revista Irriga**, Botucatu, SP, v. 12, n. 01, p. 73-88, 2007.

LIMA, M. A.; CASTRO, V. F.; VIDAL, J. B.; ENÉAS-FILHO, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 42, p. 398-403, 2011.

LIMA, R. de L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. de L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L. S. do; BELTRÃO, N. E. de M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 30, n. 3, p. 474-479, 2006.

LONGSTRETH, D. J.; NOBEL, P. S. Salinity effects on leaf anatomy. **Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, RJ, v. 63, n. 3, p. 700-703, 1979.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: de consumo in natura. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

MARQUES, D. J.; BROETTO, F.; SILVA, E. C. Concentração de prolina em folhas de plantas de berinjela cultivadas sobre condições de salinidade. **Horticultura Brasileira**, Recife-PE, v. 28, n. 2, p. 853-858, 2010.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Índia: Academic Press, 1995.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; NASCIMENTO, L. B. Salinidade de solo e água e seus efeitos na produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V P. S.; MEDEIROS, S. S. GALVÃO, C. O. (org.). **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas**: Estudos e Aplicações. Campina Grande-PB: INSA, Cruz das Almas-BA: UFRB, 2012. p. 201-204.

MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVERETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and notillage: physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 1, n. 10, p. 69-76, 2010.

MENDES, B. S. S. **Efeitos fisiológicos e bioquímicos do estresse salino em *Ananas porteanus* Hort Veitch ex C. Koch**. 2009. 50f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Fisiologia Vegetal e Biotecnologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MESQUITA, F. O.; NUNES, J. C.; LIMA NETO, A. J.; SOUTO, A. G. L.; BATISTA, R. O.; CAVALCANTE, L. F. C. Formação de mudas de nim sob salinidade da água, biofertilizante e drenagem do solo. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 193-203, 2015.

MESQUITA, O. F.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, M. A.; LIMA NETO, A.; NUNES, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Agropecuária Técnica**, Areia, PB, v. 31, n. 2, p. 134–142, 2010.

MIZRAHI, Y.; NERD., A.; SITRIT, Y. New fruits for arids climates. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (org.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, 2002. p. 378-384.

MORAIS, F. A.; GÓES, G. B.; COSTA, M. E.; COSTA, I. G. Fontes e proporções de esterco na composição de substratos para produção de mudas de jaqueira. **Agrária**, Recife, v. 7, p. 784-789, 2012.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAUJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 33, p. 762-766, 2012.

MUNNS, R. Plant adaptations to salt and water stress: differences and commonalities. **Advances in Botanical Research**, Londres, v. 57, p. 1-32, 2011.

MUNNS, R; TESTER, M. Mechanism of salinity tolerance. **Annual review of Plant Biology**, v. 59, n. 4, p. 651-681, 2008.

NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C. SOUZA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, Goiânia, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.

NASCIMENTO, E. S.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUZA, J. T. A.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.

NASCIMENTO, H. H. C.; SANTOS, C. A.; FREIRE, C. S.; SILVA, M. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Ajustamento osmótico em mudas de jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 4, p. 641-653, 2015.

NASCIMENTO, J. A. M. et al. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-Pernambuco, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.

NERD, A.; MIZRAHI Y. Effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaia. **Postharvest Biology and Technology**, Londres, v. 15, n. 2, p. 99-105, 1999

NERD, A.; MIZRAHI Y. Reproductive biology of cactus fruit crops. **Horticultural Reviews**, New York, v. 18, n. 2, p. 321-346, abr. 1997.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, A. C.; SOUSA, C. H. C.; OLIVEIRA, F. I. F.; RIBEIRO, M. S. S. Respostas quantitativas e qualitativas de *Catharanthus roseus* à

salinidade e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 21, n. 1, p. 22–26, 2018.

NIXON, S. W.; AMMERMAN, J. W.; ATKINSON, L. P.; BEROUNSKY, V. M.; BILLEN, G.; BOICOURT, W. C.; BOYNTON, W. R.; T. M.; DITORO, D. M.; ELMGREN, R.; GARBER, J. H.; GIBLIN, A. E.; JAHNKE, R. A.; OWENS, N. J. P.; PILSON, M. E. Q.; SEITZINGER, S. P. The fate of nitrogen and phosphorus at the land-sea margin of the North Atlantic Ocean. **Biogeochemistry**, Hamburgo, Alemanha, v. 35, n. 1, p. 141-180, 1996.

NUNES, E. N. et al. Pitaia (*Hylocereus* sp.): uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, Areia-PB, v. 8, p. 90-98, 2014.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LIMA NETO, A. J.; REBEQUI, A. M.; DINIZ, B. L. T.; GHEYI, H. R. Comportamento de mudas de nim à salinidade da água em solo não salino com biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 16, p. 1152-1158, 2012.

OLIVEIRA, F. A.; LOPES, M. A. C.; SÁ, F. V. S.; NOBRE, R. G.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A.; PAIVA, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 6, n. 4, p. 471-478, 2015.

OLIVEIRA, F. S.; FARIAS, O. R.; NOBRE, R. G.; FERREIRA, I. B.; FIGUEREDO, L. C.; OLIVEIRA, F. S. Produção de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ com diferentes doses de esterco ovino. **Revista Ciência Agrária**, Recife-Pernambuco, v. 58, n. 1, p. 52-57, 2015.

OLIVEIRA, F. T.; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; PEREIRA JÚNIOR, E. B.; ROLIM, H. O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 6, p. 17-25, 2015.

OLIVEIRA, J. R.; XAVIER, F. B.; DUARTE, N. F. Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 2, caderno II, p. 79-86, 2013.

OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, M. A.; SANTOS, C. L. R.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 18, n. 2, p. 157-164, 2014.

ONU. **Nações Unidas**. Convenção das Nações Unidas sobre Agricultura. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

ORTIZ H, Y. D. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* sp.)**. Oaxaca: Ed. IPN-CONACYT-SIBEJ-FMCN, 2000.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 3, p. 220-237, 2012.

OULD AHMED, B. A.; MORITANI, M. I. S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. **Agricultural Water Management**, Australia, v. 97, p. 165-170, 2010.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 17, p. 419-424, 2013.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**. Viçosa: Apenda Fácil, 2003.

PORTELA, Rosana Martins et al. Desenvolvimento de mudas de mandacaru sob diferentes níveis de salinidade esombreamento. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 934-942, dez. 2015.

PRIMO, D. C.; MENEZES R. S. C.; SILVA T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 7, n. 5, p. 1-13, 2011.

PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia de estresse salino. In: GHEYI, h. R.; LACERDA, C. F.; DIAS, N. S. (org.). **Manejo de salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, CE: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 143-159.

PROHORT. **Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro**. Disponível em: <<http://dw.prohort.conab.gov.br/pentaho/Prohort>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

RADI, A. F.; HEIKAL, M. M.; ABDEL-RAHAMAN, A. M.; EL-DEEP, B. A. A. Interactive effects of salinity and phytohormones on growth and plants water relationship parameters in maize and sunflower plants. **Acta Agronomica Hungarica**, Budapest, v. 38, p. 271-282, 1989.

RHOADES, J. P., KANDIAH, A., MASHALI, A. M. *The use saline waters for crop production*. **Rome: FAO, 1992**. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, USDA. Agriculture Handbook, 60. 160 p

SÁ, F.V.S.; GHEYI, H.R.; LIMA, G.S.; PAIVA, E.P; MOREIRA, R.C.L.; SILVA, L.A. Water salinity, nitrogen and phosphorus on photochemical efficiency and growth of west indian cherry. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 3, p.158-163, 2018.

SAMPAIO, Biágio Sartori. **Biofertilizantes na produção de alface**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2013.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER, Agropecuária Fluminense, 1992.

SANTOS, F. C. B.; OLIVEIRA, T. K.; LESSA, L. S.; OLIVEIRA, T. C.; LUZ, S. A. Produção de mudas de cupuaçuzeiro em diferentes substratos e tubetes. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 22, n. 4, p. 185-190, 2010.

SANTOS, R. H. et al. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, nov. 2001.

SANTOS, F. R. L. **Desempenho do algodoeiro em função da salinidade na água de irrigação e da adubação com húmus de minhoca**. 2016. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, 2016.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: prática e inovações**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. p. 77-165.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; ALMEIDA MORAES, C. R.; SOUZA GONDIM, T. M.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 5, p. 879-882, 2006.

SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M. Tolerance of vegetable cropsto salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, p. 5-38, 1998.

SHAZMA, A.; SHAFI, M.; BAKHT, J.; JAN, M. T.; HAYAT, Y. Effect of salinity and seed priming on growth and biochemical parameters of different barley genotypes. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 15278-15286, 2011.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 383-389, 2011.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; DE FREITAS, R. D. S.; DE MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 21, n. 5, p. 30-35, 2008.

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

SILVA, R. B.; MATOS, V. P.; FARIAS, S. G.; SENA, L. H. M.; SILVA, Y. B. O. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 48, n. 1, p. 142, 2016.

SILVA, Roberto Henrique Dias da. **Crescimento de palma forrageira irrigada com água salina**. 2017. 57f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

SOUSA, Robson Aleksandro de. **Desenvolvimento do sorgo cv. BRS Ponta Negra irrigado com água salobra e submetido a diferentes doses de esterco bovino e biofertilizantes**. 2015. 171f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SOUZA, E. G. F.; SANTANA, F. M. S.; MARTINS B. N. M.; PEREIRA, D. L.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. Produção de mudas de cucurbitáceas utilizando esterco ovino na composição de substratos orgânicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, RR, v. 8, p.175-183, 2014.

SOUZA, E. G. F.; SANTANA, F. M. S.; MARTINS, B. N. M.; PEREIRA, D. L.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. Produção de mudas de cucurbitáceas utilizando esterco ovino na composição de substratos orgânicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, RR, 8: 175-183, 2014.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 754-757, set. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes: Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alface**. 2006. 55f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan./mar., 2002

VÉRAS, M. L. M.; ARAÚJO, D. L.; SILVA, G. G.; MELO FILHO, J. S.; ANDRADE, R. Efeito do biofertilizante e de volumes de substrato no desenvolvimento de mudas de caju. **Revista Verde**, Pombal – PB, v. 9, n. 2, p. 325-332, 2014.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. Experiments in Plant Physiology. **New York: D. Van Nostrand Company**, p. 55-58, 1971.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plants extracts by antrone. **Biochemical Journal**, Londres, v. 57, p. 508-514, 1954.

YEMM, E. M.; COCKING, E. C. Estimation of amino acids by ninhidrin. **The Analyst.**, Cidade, v. 80, p. 209-213, 1955.

ZEE, F.; YEN, C. R.; NISHINA, M. Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear). **Fruits and Nuts**, Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources, (CTAHR), University of Hawaii, v. 3, p. 1-3, 2004.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)**. [s.l: s.n.].

NASCIMENTO, E. S. et al. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Agropecuária Técnica**, Cidade, v. 38, n. 1, p. 1, mai. 2017.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018.

## **APÊNDICE**

**Tabela 1.** Característica química do substrato antes do experimento. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Tratamentos	pH	CE	Mat. Org.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(H+Al)	SB	CTC	V	PST
	(substrato)	dSm <sup>-1</sup>	gkg <sup>-1</sup>	mgdm <sup>-3</sup>			cmolcdm <sup>-3</sup>				%			
F1 ANTES	7,8	2,98	21,1	436,854	257,39	1402,6	2,1	1,1	0	0	9,96	9,96	100	61,26
F2 ANTES	8,14	3,41	23,58	100,658	759,34	1757,5	2,3	0,9	0	0	12,79	12,79	100	59,79
F3 ANTES	7,68	6,5	24,2	214,553	164,28	1483,7	3,4	3,3	0	0	13,57	13,57	100	47,54
F4 ANTES	8,04	7,5	20,79	189,876	141,19	1422,8	3,2	2	0	0	11,75	11,75	100	52,67
F5 ANTES	7,7	9,63	28,76	258,213	397,94	1341,7	3,4	2,2	0	0	12,45	12,45	100	46,86

**Substrato** = fonte orgânica + areia + solo (1:1:1). **F1:** substrato A+S na concentração 0,6 dSm<sup>-1</sup> (testemunha); **F2:** substrato com BIO na concentração 0,6 dSm<sup>-1</sup>; **F3:** substrato com CO na concentração 0,6 dSm<sup>-1</sup>; **F4:** substrato com EO na concentração 0,6 dSm<sup>-1</sup>; **F5:** substrato com HU na concentração 0,6 dSm<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Característica química do substrato após o encerramento do experimento. Mossoró-RN. UFERSA, 2019.

Tratamentos	pH	CE	Mat. Org.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(H+Al)	SB	CTC	V	PST
	(substrato)	dSm <sup>-1</sup>	gkg <sup>-1</sup>		mgdm <sup>-3</sup>								%	
A1F1	8,26	0,57	24,72	313,467	483,81	1283,1	1	0,7	0	0	8,52	8,52	100	65,52
A1F2	8,27	1,72	26,55	206,327	247,35	4832,5	2,8	1,3	0	0	25,75	25,75	100	81,62
A1F3	7,88	8,5	29,17	496,965	789,46	1270,7	4,4	2	0	0	13,95	13,95	100	39,63
A1F4	8,11	5,22	26,83	243,027	418,01	1179,5	9	3,1	0	0	18,3	18,3	100	28,04
A1F5	7,87	6,38	28,72	256,315	538,48	1372,1	4,3	3,16	0	0	14,81	14,81	100	40,31
A2F1	8,14	6,58	22,96	373,579	136,92	1585,1	4	0,76	0	0	12	12	100	57,43
A2F2	8,65	6,56	33,62	200	418,01	1635,8	0,9	1,95	0	0	11,03	11,03	100	64,48
A2F3	7,96	9,53	26,83	300,607	177,07	1595,2	3,6	1,5	0	0	12,49	12,49	100	55,55
A2F4	8,4	9,74	31,96	277,195	458,17	1757,5	2,9	1,7	0	0	13,42	13,42	100	56,98
A2F5	7,77	7,54	28,45	186,712	699,11	1605,4	3	1,7	0	0	13,47	13,47	100	51,84
A3F1	9,33	3,5	10,14	364,087	383,42	1635,8	1,7	1,25	0	0	11,05	11,05	100	64,42
A3F2	8,84	5,2	30,93	117,743	333,22	1635,8	1,7	1,22	0	0	10,89	10,89	100	65,35
A3F3	8,11	6,3	23,59	150,646	478,25	1757,5	6,7	6,8	0	0	22,37	22,37	100	34,18
A3F4	8,34	7,4	23,58	215,186	347,74	1798,1	12,7	6,59	0	0	28	28	100	27,93
A3F5	7,85	8,53	25,55	163,908	638,87	1848,8	13,5	4,2	0	0	27,38	27,38	100	29,38
A4F1	7,74	8,5	24,93	186,234	232,83	1585,1	1,1	2	0	0	10,59	10,59	100	65,1
A4F2	7,6	9,5	28,52	306,353	182,63	1645,9	11,6	7,49	0	0	26,72	26,72	100	26,8
A4F3	7,89	7,8	27,45	278,461	548,52	1767,6	4,1	4,85	0	0	18,04	18,04	100	42,62
A4F4	8,04	6,3	29,89	208,858	157	1666,2	3,5	3,55	0	0	14,7	14,7	100	49,31
A4F5	8,95	6,2	24,37	206,45	147,01	1543,1	5,3	2,8	0	0	12,3	12,03	100	48,44

**Substrato** = fonte orgânica + areia + solo (1:1:1). **A1:** concentração 0,6 dSm<sup>-1</sup>; **A2:** concentração 2,6 dSm<sup>-1</sup>; **A3:** concentração 4,6 dSm<sup>-1</sup>; **A4:** concentração 6,6 dSm<sup>-1</sup>. **F1:** A+S (testemunha); **F2:** substrato com BIO; **F3:** substrato com CO; **F4:** substrato com EO; **F5:** substrato com HU.

**Tabela 4.** Quadro de análise de variância para as características morfométricas das plantas de pitáia vermelha (*H. constaciensis*) em concentrações de água salinas e fontes de matéria orgânica.

F. V	GL	CPA	CSR	DC	M.CLAD	M. MATRIZ	MSSR	NCLA	NBROT	V. RAIZ
		QMRESID								
Salinidade	3	978,5*	225,84**	149,45**	36026**	428,13**	804,99**	0,6125 <sup>NS</sup>	3,378**	1878,03**
F. Orgânica (F)	4	12036,7**	121,26*	26,74**	108853**	642,91**	2418,45**	1,47**	3,965**	276,95 <sup>NS</sup>
A*F	12	503,9 <sup>NS</sup>	81,05*	74,171**	7084**	51,27 <sup>NS</sup>	300,14**	0,4796*	1,61**	172,49 <sup>NS</sup>
Resíduo	60	268,6	37,99	8,319	2580	76,37	125,87	0,25	0,586	122,32
CV (%)		24,74	20,87	7,62	31,86	15,47	30,61	18,96	104,73	30,55

F. V	GL	MST	MSC	MFSR	ID	RPAR	RAD
		QMRESID					
Salinidade	3	826,52**	817,98*	16,34**	0,12*	1,174,6*	0,19 <sup>NS</sup>
F. Orgânica (F)	4	2338,45**	2433,37*	3,81 <sup>NS</sup>	1,27**	8,926,7**	5,22**
A*F	12	306,03**	293,36**	6,57*	0,29**	422,8 <sup>NS</sup>	0,25 <sup>NS</sup>
Resíduo	60	124,91	123,58	2,82	0,07	331,9	0,22
CV (%)		29,65		28,66	27,51	39,3	27,23

\*Significativo teste F a ( $p < 0,01$ ). \*\*significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ). <sup>NS</sup>Não significativo.

**Tabela 8.** Coeficiente de correlação de Pearson entre as características morfométricas: massa fresca dos cladódios (MFCLA), massa fresca da matriz (MFMTRIZ), massa seca da parte aérea (MSP cladódio + matriz), massa seca total (MST), massa fresca do sistema radicular (MSSR), massa seca do sistema radicular (MSSR), volume de raiz (VLRA), índice de qualidade de Dickson (ID), comprimento da raiz (CSR), comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do cladódio (DC), número de cladódio (NC), número de brotação (NB), relação entre parte aérea e raiz (RPAR) e relação parte aérea e diâmetro (RAD).

	<b>MFCLA</b>	<b>MFM</b>	<b>MSP</b>	<b>MST</b>	<b>MFSR</b>	<b>MSSR</b>	<b>VLRA</b>	<b>ID</b>	<b>CPR</b>	<b>CPA</b>	<b>DC</b>	<b>NC</b>	<b>NB</b>	<b>RPAR</b>	<b>RAD</b>
<b>MFCLA</b>	1	0,528*	0,53*	0,52*	0,30*	-0,22	0,36*	-0,24*	0,28*	0,78*	0,71*	-0,08	0,22*	0,39*	0,72*
<b>MFMTRIZ</b>		1	0,35*	0,35*	0,03	-0,32*	0,21	-0,34*	0,16	0,46*	0,41*	-0,24*	0,37*	0,40*	0,46*
<b>MSCLAD+MATRIZ</b>			1	0,99*	0,12	-0,13	-0,05	-0,13	0,22	0,60*	0,48*	-0,08	0,01	0,73*	0,53*
<b>MST</b>				1	0,14	-0,1	-0,04	-0,11	0,22	0,59*	0,48*	-0,08	0,01	0,71*	0,53*
<b>MFSR</b>					1	0,70*	0,47*	0,69*	0,31*	0,1	0,11	0,11	-0,11	-0,40*	0,11
<b>MSSR</b>						1	0,29*	1,00*	0,1	-0,34*	-0,24*	0,17	-0,15	-0,67*	-0,28*
<b>VLRA</b>							1	0,28*	0,25*	0,12	0,22*	0,01	0,18	-0,28*	0,12
<b>ID</b>								1	0,11	-0,37*	-0,23*	0,16	-0,16	-0,67*	-0,33*
<b>COMPRAIZ</b>									1	0,34*	0,32*	-0,19	0,11	0,05	0,11
<b>CPA</b>										1	0,57*	-0,05	0,22	0,54*	0,89*
<b>DC</b>											1	-0,01	0,31*	0,40*	0,32*
<b>NCLAD</b>												1	-0,01	-0,1	-0,03
<b>QUANT</b>													1	0,05	0,17
<b>RPAR</b>														1	0,49*
<b>RAD</b>															1

\*\*significativo pelo teste de F ( $p < 0,05$ ). <sup>NS</sup>Não significativo.

**Tabela 9.** Quadro de análise de variância para as características bioquímicas das plantas de pitaia vermelha (*H. constaciensis*) em concentrações de água salinas e fontes de matéria orgânica.

F. V	GL	AÇUR	PROL	AMINO	CLOR.A	CLOR.B	CLOR.TOT
		QMRESID					
Salinidade	3	108,71**	2,08**	9,81**	0,004**	0,005**	0,0065**
F. Orgânica (F)	4	4,72 <sup>NS</sup>	1,24 <sup>NS</sup>	3,45*	0,004**	0,0001**	0,009**
A*F	12	3,27 <sup>NS</sup>	0,56 <sup>NS</sup>	2,84**	0,0012**	0,0002**	0,0024**
Residuo	40	2,49	0,061	1,061	0,0001	0,001	0,0003
CV (%)		30,77	69,27	14,8	11,37	14,33	11,94

\*Significativo teste F a ( $p < 0,01$ ). \*\*significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ). <sup>NS</sup>Não significativo.