



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - SOLOS E NUTRIÇÃO
DE PLANTAS

KEIVIANNE DA SILVA LIMA

REJEITO DE ÁGUAS DE DESSALINIZADORES UTILIZADOS VIA HIDROPONIA
NA IRRIGAÇÃO DO PIMENTÃO SOB FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

FORTALEZA-CE
JANEIRO-2015

KEIVIANNE DA SILVA LIMA

**REJEITO DE ÁGUAS DE DESSALINIZADORES UTILIZADOS VIA HIDROPONIA
NA IRRIGAÇÃO DO PIMENTÃO SOB FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Solos e nutrição de plantas, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana

**FORTALEZA -CE
JANEIRO – 2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- L698r Lima, Keivianne da Silva.
Rejeito de águas de dessalinizadores utilizados via hidroponia na irrigação do pimentão sob fertilização orgânica e mineral / Keivianne da Silva Lima. – 2015.
65 f.: il. color.; enc.; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Manejo do Solo e da Água.
Orientação: Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana.
Coorientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.
1. Pimentão. 2. Adubação orgânica. 3. Hidroponia. I. Título.

A minha amada mãe, Lourdes. Ao meu Amor,
Álvaro Reges. A minha filha, minha benção
Akianne.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pelas conquistas alcançadas e pela fé que me faz forte para realizar sonhos e alcançar meus objetivos, sabendo eu sempre, que tudo posso Naquele que me fortalece;

À minha família, pelo apoio ilimitado, compreensão e sobretudo pelo amor dedicado a mim toda a vida;

À Universidade Federal do Ceará – UFC, pela seriedade com que assume a função de ensinar.

Ao programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, pela oportunidade oferecida para cursar o Mestrado, pelo apoio e conhecimentos transmitidos;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo durante o curso;

Ao IFCE de Limoeiro do Norte, pelo espaço concedido para realização do trabalho de campo, pelo apoio nas atividades realizadas.

Ao professor Dr. Thales Vínicius de Araújo Viana pelo empenho, orientação, confiança, compreensão e pela amizade, meu profundo respeito e sincera admiração;

Ao professor Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda, pela amizade e contribuição para realização desse trabalho;

Ao pesquisador do PNPd/CAPES/UFC/ Dr. Geocleber Gomes de Sousa pela grande contribuição que deu para que o trabalho fosse realizado, orientação, pelos conhecimentos compartilhados e amizade;

Ao professor Francisco Sildemberny Souza dos Santos, pela amizade, apoio, disponibilidade, orientação e colaboração para a realização deste trabalho;

A professora Dr^a. Keline Sousa Albuquerque Uchôa, pela colaboração e participação na banca examinadora.

A Dr^a. Antônia Leila Rocha Neves, pela sua disponibilidade e colaboração para as correções deste trabalho;

Ao INCT Sal pelo apoio para o desenvolvimento da pesquisa.

As minhas companheiras de residência Socorro Peixoto, Bruna Iwata e Alana, pela amizade, compreensão e paciência durante o tempo em que moramos juntas.

Aos meus grandes amigos e companheiros em muitos momentos durante a Pós-Graduação Mailson Pereira Alves e Eder de Oliveira Santos, pela atenção, conselhos, momentos de descontração e pela amizade inesquecível.

A minha turma do mestrado: Eder, Gabrielle, Jackson, Magnum, Fabiana Gadelha, Mirele, Tiago, Gleidson, Jones por todos os momentos alegres e difíceis vividos durante o curso;

Aos amigos que fiz durante a condução do experimento, Vivian Coutinho, Gideone Gerson, Kamila Barreto, Reginaldo, Francileide, Odair, Isaque, Talita, Renato, Gerlene, pela ajuda, apoio e força;

Aos funcionários da Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE): Toinho, Vando, Danilo, Dedé, Silvio, Assis, Valdir, pela amizade e pelos trabalhos realizados a tempo e hora necessários;

A todos, que de certo modo, contribuíram para o sucesso do meu trabalho.

“Pois todas as coisas foram criadas por ele, e tudo existe por meio dele e para ele. A Deus toda honra e toda gloria” (Rom.11:36)

RESUMO

A água é um fator essencial na agricultura necessitando-se de novas tecnologias para obtenção, dentre essas, a utilização de água residuária de dessalinizadores é uma alternativa presente no semiárido. A salinidade do rejeito pode ser atenuada com a adição de matéria orgânica ao sistema de cultivo. Nesse contexto, o presente estudo teve o objetivo de avaliar o uso de águas residuária de dessalinizadores via hidroponia com adubação orgânica no crescimento, na nutrição e na produtividade das plantas de pimentão. A pesquisa foi conduzida em vasos com volume de 25 L, na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, no município de Limoeiro do Norte, CE. O ensaio foi conduzido em cultivo hidropônico tipo aberto com os tratamentos distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial (5 x 4), referentes a 5 diferentes concentrações de água salina (0,5; 1,5; 3,0; 5,0; e 7,5 dS m⁻¹) e 4 formas de aplicações de fertilizantes na solução nutritiva (biofertilizantes nas concentrações: B1 = 50% da recomendação por Guimarães (2013); B2 = 100% da recomendação por Guimarães (2013) e B3 = 150% da recomendação por Guimarães (2013)) e mais (solução mineral recomendada para hidroponia para a cultura do pimentão), com 4 repetições, totalizando 80 unidades experimentais, sendo utilizadas 3 plantas por parcela para se obter uma maior confiabilidade dos dados. As análises de crescimento em altura de planta, diâmetro de caule e número de folhas foram realizadas aos 45, 60 e 75 dias após o transplantio – (DAT). A coleta de plantas e a colheita dos frutos foram realizados aos 75 DAT. As características avaliadas foram: altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, matéria seca da folha, do caule, da raiz e total, nutrição da folha, do caule e raiz e a produtividade de frutos por planta. Os resultados evidenciaram nas condições estudadas, salinidade e adubação com biofertilizante e mineral não influenciaram significativamente no crescimento em altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas aos 75 DAT. Já a produção de massa seca da folha, caule, raiz e total foram influenciadas, com redução de massa nos níveis mais salinos, para a massa seca das folhas e total. A produtividade do pimentão foi influenciada ao nível de 1% com valor máximo de 165g por planta na aplicação de biofertilizante com 50% da recomendação. As características nutricionais foram influenciadas com a interação salinidade x adubação, na partição houve maiores teores de N e K nas folhas com concentrações acima das recomendadas para a cultura e P, Ca, Mg e Na no sistema radicular. A adubação com 50% da recomendação mostrou-se adequada para crescimento e desenvolvimento da cultura do pimentão quando utilizada com níveis moderados de salinidade na água de irrigação.

Palavras-chave: *Capsicum annuum L.*, Condutividade elétrica, fertilização orgânica.

ABSTRACT

Water is an essential factor in agriculture necessitating the new technologies to obtain, among these, the use of wastewater desalination plants is an alternative in this semiarid region. The salinity of the waste can be alleviated by the addition of organic matter to the culture system. In this context, this study aimed to evaluate the use of residual water desalination plants via hydroponics with organic manure on growth, nutrition and productivity of pepper plants. The research was conducted in pots with volume of 25 L, the Teaching Unit and Research of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará - IFCE in Limoeiro do Norte County, EC. The trial was conducted in open type hydroponics with the treatments distributed in a randomized block design in a factorial (5 x 4), for 5 different concentrations of saline water (0.5; 1.5; 3.0; 5.0; and 7.5 dS m⁻¹) and 4 forms of fertilizer applications in the nutrient solution (biofertilizers concentrations: B1 = 50% of the recommendation by Guimarães (2013), B2 = 100% of the recommendation by Guimarães (2013) and B3 = 150% of the recommendation by Guimarães (2013)) and more (best mineral solution for hydroponics to the bell pepper crop), with 4 repetitions, totaling 80 experimental units, being used three plants per plot to obtain greater data reliability. Growth analysis on plant height, stem diameter and number of leaves were taken at 45, 60 and 75 days after transplanting - (DAT). The collection of plants and harvest the fruits were held at 75 DAT. The characteristics evaluated were: plant height, stem diameter, number of leaves, dry matter of the leaf, stem, root and total leaf nutrition, stem and root and fruit yield per plant. The results showed in the studied conditions, salinity and fertilization with biofertilizer and mineral did not influence significantly the growth in plant height, stem diameter and number of leaves at 75 DAT. Already the dry matter yield of leaf, stem, root and total were affected, with mass reduction in the most saline levels for dry mass of leaves and total. Productivity chili was influenced at 1% with up to 165g per plant in the application of biofertilizers 50% of the recommendation. The nutritional characteristics were influenced by the interaction salinity x fertilization, on the partition there were higher levels of N and K in the leaves with concentrations above recommended for culture and P, Ca, Mg and Na in the root system. The fertilization with 50% of the recommendation was adequate for growth and development of chili culture when used with moderate levels of salinity in irrigation water.

Keywords: *Capsicum annuum* L. , electrical conductivity , organic fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Disposição geral dos vasos na estufa (Esq.). Disposição da tela aluminet (Dir.), Limoeiro do Norte, CE, 2014	23
Figura 2 - Variação da temperatura e umidade relativa média do ar durante o período de março/2014 a maio/2014 na área experimental. Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	25
Figura 3 - Dessalinizador visitado em uso no planalto Catumbela na cidade de Russas, CE, 2014.	26
Figura 4 - Croqui da área experimental, Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	26
Figura 5 - Layout da malha hidráulica do experimento, Limoeiro do Norte, CE, 2014	28
Figura 6 - Bombona usada na fabricação do biofertilizante, Limoeiro do Norte, CE, 2014.	30
Figura 7 - Medição da altura (esquerda), e diâmetro do caule (direita), Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	34
Figura 8 - Pesagem dos frutos em uma das plantas de pimentão, Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	35
Figura 9 - Massa seca da folha do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.	38
Figura 10 - Massa seca do caule do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.	38
Figura 11 - Massa seca da raiz do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.	39
Figura 12 - Massa seca total do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.	40
Figura 13 - Produtividade do pimentão cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	42
Figura 14 - Teores de N nas folha e caule da cultura do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.	45

Figura 15 - Teores de P nas folhas, caule e raiz da cultura do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, Ceará, 2014.....	46
Figura 16 - Teores de K na folha, caule e raiz da cultura do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, Ceará, 2014.....	48
Figura 17 - Teores de Ca no caule e raiz da cultura do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, Ceará, 2014.....	50
Figura 18 - Teor de Mg na raiz da cultura do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	51
Figura 19 - Teor de Na na folha, caule e raiz da cultura do pimentão aos 75 DAT cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da água de irrigação dos tratamentos de salinidade, Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	24
Tabela 2 - Resultado da análise química das águas residuais do rejeito de dessalinizador utilizadas durante o experimento, Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	25
Tabela 3 - Composição da água de irrigação dos tratamentos de salinidade	29
Tabela 4 - Resultado da análise química do composto líquido durante o experimento, Limoeiro do Norte, CE, 2014.	31
Tabela 5 - Quantidade total (g pl^{-1}) e percentual relativo (%) de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) aplicados por planta durante o ciclo. Limoeiro do Norte, CE. 2014. ...	31
Tabela 6 - Solução nutritiva para hidroponia em pimentão sob cultivo protegido. Limoeiro do Norte, CE, 2014.	32
Tabela 7 - Solução-estoque de micronutrientes para mistura na solução nutritiva. Limoeiro do Norte, CE, 2014.	32
Tabela 8 - Resultado da análise química do substrato utilizado durante o experimento, Limoeiro do Norte, CE, 2014.	33
Tabela 9 - Resumo da análise de variância para variáveis de crescimento do pimentão aos 45, 60 e 75 DAT. Limoeiro do Norte, CE, 2014.....	36
Tabela 10 - Resumo da análise de variância para variáveis de crescimento Massa seca da folha, caule, raiz e total do pimentão aos 75 DAT. Limoeiro do Norte, CE, 2014	37
Tabela 11 - Resumo da análise de variância para variável produtividade do pimentão aos 75 DAT. Limoeiro do Norte, CE, 2014	41
Tabela 12 - Resumo da análise de variância para variáveis de acumulo de nutrientes da folha, caule e raiz do pimentão aos 75 DAT. Limoeiro do Norte, CE, 2014	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. A cultura do pimentão.....	15
<i>2.1.1. Origem e características da cultura.....</i>	<i>15</i>
<i>2.1.2. Importância socioeconômica da cultura.....</i>	<i>16</i>
2.2. Reuso de água	17
2.3. Águas salinas na agricultura	18
2.4. O uso de biofertilizantes na agricultura	19
2.5. Interação entre biofertilizante e salinidade.....	20
2.6. A tecnologia da hidroponia.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Localização e Caracterização da Área experimental	23
3.2. Descrição do sistema de cultivo	23
3.3. Dados microclimáticos	24
3.4. Pesquisa de campo acerca da qualidade das águas residuárias dos dessalinizadores do Baixo-Jaguaribe.....	25
3.5. Delineamento estatístico e tratamentos	26
3.6. Instalação do sistema hidropônico	27
<i>3.6.1. Instalação do sistema de bombeamento</i>	<i>27</i>
<i>3.6.2. Descrição do sistema.....</i>	<i>27</i>

3.6.3. Descrição da mistura de águas salinas a serem injetadas.....	28
3.7. Preparo e aplicação do biofertilizante	29
3.8. Preparo da solução nutritiva a partir de fertilizantes minerais.....	31
3.9. Condução do cultivo	32
3.9.1. Semeadura	32
3.9.2. Condução das plantas	33
3.9.3. Controle de pragas e doenças	33
3.9.4. Colheita	33
3.10. Variáveis analisadas	34
3.10.1. Avaliação de crescimento	34
3.10.2. Análises de acumulo de nutrientes	34
3.10.3. Avaliação da produtividade.....	35
3.11. Análises estatísticas	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Crescimento das Plantas	36
4.2. Produtividade.....	41
4.3. Teores de elementos minerais nas plantas de pimentão.....	43
5. CONCLUSÕES.....	54
6. REFERÊNCIAS	55

1. INTRODUÇÃO

O desafio de manter uma agricultura economicamente produtiva, socialmente justa e ainda adequar-se as exigências ambientais, percebe-se a necessidade de se produzir alimentos por meio de tecnologias alternativas que possam reduzir os impactos gerados pela agricultura tradicional.

A escassez progressiva de água faz com que muitos países recorram ao emprego de diversas tecnologias para obtenção de outras fontes de água, como por exemplo a dessalinização e o tratamento de esgotos para o reuso em diversas atividades, principalmente, para irrigação. Entre elas destaca-se a utilização de água residuária de dessalinizadores na agricultura, que deve ser precedida de uma avaliação científica com vista ao impacto provocado à qualidade dos produtos agrícolas e, também, sobre as propriedades do solo e dos mananciais de águas pelo descarte dos rejeitos (DIAS et al., 2010); (MEDEIROS & MEDEIROS 2012).

Há alternativas para o uso desses rejeitos sem impactar o solo e os mananciais de águas. Uma delas é o cultivo hidropônico, onde a tolerância das plantas à salinidade é maior em relação ao sistema convencional, pois a nulidade do potencial mátrico reduz a dificuldade de absorção de água pelas plantas. E misturando-o com uma água de menor salinidade podemos reduzir os problemas de toxicidade. Outro benéfico gerado por esse sistema de cultivo é a aplicação do rejeito de forma ambientalmente correta (SOARES et al., 2007).

Silva et al. (2011) revela que o uso do biofertilizante bovino pode ser uma forma viável para atenuar parcialmente os efeitos dos sais sobre as plantas. Desta forma, a utilização de insumos naturais, como os esterco líquido e os biofertilizantes, pode ser estimulada. Além de ser uma alternativa viável na produção orgânica, o uso de biofertilizantes líquidos contribui para a segurança dos alimentos consumidos. Entretanto, os seus efeitos atenuadores ainda não foram testados em sistemas hidropônicos.

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma cultura de clima tropical e exige temperaturas elevadas. A cultura é bastante exigente no que diz respeito às características químicas e físicas do meio de cultivo, respondendo muito bem à adubação orgânica, e excelentes produtividades podem ser obtidas por meio da associação de adubos orgânicos e minerais (ALVES et al., 2009).

A demanda por pimentão produzido organicamente vem crescendo em resposta à divulgação frequente, pela mídia, de contaminação do produto por resíduos de agrotóxicos (ANVISA, 2011).

Desse modo, a produção com adubação orgânica de pimentão associada ao reuso de água salina constitui um grande desafio para os produtores. Em consequência, objetivou-se estudar tecnologias de cultivo a partir do uso de águas residuária de dessalinizadores via hidroponia em associação com adubação orgânica e mineral no acúmulo de biomassa, no crescimento, no estado nutricional e na produtividade das plantas de pimentão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do pimentão

2.1.1. Origem e características da cultura

Segundo Filgueira (2008), o pimentão (*Capsicum annuum* L.) tem origem com suas formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos, passando pelo México até o norte do Chile.

A classificação botânica pertence a Divisão: *Spermatophyta*; Subdivisão: *Angiosperma*; Sub-classe: *Malvales-Tubiflorae*; Ordem: *Solanales*; Família: *Solanaceae*; Gênero: *Capsicum*; Espécie: *Capsicum annuum* L.. Apresenta porte arbustivo com ciclo de cultivo anual, podendo atingir mais de 2 m de altura, principalmente os híbridos dentro de ambiente protegido. O maior volume de raízes se concentra nos primeiros 30 cm de solo, mas apresenta numerosas raízes adventícias que horizontalmente podem alcançar entre 0,5 m e 1,0 m de comprimento. O ramo principal tem crescimento limitado e ereto. A partir de uma determinada altura emite duas a três ramificações, dependendo da variedade, e continua ramificando de forma dicotômica até o final do ciclo. Apresenta folhas lanceoladas, com um ápice muito pronunciado e um pecíolo longo, com cor verde intensa e brilhante; existe certa relação entre o tamanho da folha adulta e o peso médio dos frutos. As flores são pequenas, isoladas, com cor branca e com polinização autógama. O fruto é a parte comercial da planta, caracteriza-se por uma estrutura oca e cheia de ar, composta por um pericarpo espesso, suculento e um tecido placentário onde se encontram anexada às sementes (GÁZQUEZ, 2006).

Para o crescimento vegetativo da planta e produção de frutos de pimentão, faz-se necessário fornecer determinadas quantidades de nutrientes que variam em função do estado fenológico da planta, e a falta de qualquer um dos elementos considerados essenciais podem limitar a sua produção (PRADO, 2008). De acordo com Penteado (2007), adubações equilibradas e satisfatórias durante a fase de formação e produtiva da planta são condicionantes de boas safras. Ressalta-se que o nível de utilização efetiva de um nutriente pela planta depende da fonte utilizada na adubação, da época e do local de aplicação, das interações entre nutrientes, dentre outros fatores. Salienta-se que cada nutriente tem sua função específica no crescimento e no desenvolvimento vegetal. Os teores médios de N, P e K, nas folhas de pimentão, no início da frutificação, variam de: 30 a 60 g kg⁻¹ para N; 2 a 8 g

kg⁻¹ para P e de 25 a 60 g kg⁻¹ para K (REUTER e ROBINSON, 1997; MELO *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2000).

2.1.2. Importância socioeconômica da cultura

A cultura do pimentão tem grande importância, pois apresenta elevado valor comercial, sendo classificada entre as dez hortaliças mais consumidas no Brasil. Seus frutos são comercializados, principalmente, na coloração verde, vermelha e amarela (FILGUEIRA, 2008).

A produção brasileira de pimentão em 2010 foi de aproximadamente 249 mil toneladas, concentrando-se principalmente nas regiões Sudeste com 44%, Nordeste com 31%, Sul com 15% e Norte com 1%, com produtividade média de até 200 Mg ha⁻¹, sendo a região Sudeste a maior consumidora (IBGE, 2012)

No Ceará, a área plantada com pimentão em 2010 foi de 725 ha, sendo a região da Ibiapaba responsável por 98,5%. São 13 municípios que se destacam no plantio do pimentão, sendo Ubajara o principal produtor com 220 ha, ou seja, 30,5%. A área plantada em 2010 de pimentão orgânico foi de 66 ha, em quatro municípios, sendo Viçosa do Ceará com 39 ha, o principal produtor, ou seja, 59% da área produzida (EMATERCE, 2011).

Até agosto de 2014 a Central de Abastecimento do Estado do Ceará comercializou a quantidade de 9.514,6 toneladas de pimentão, com 96,3% de procedência interna e o restante de outros estados do Brasil. Atualmente o preço médio do quilo de pimentão verde que está sendo comercializado pela CEASA-Ce é de R\$ 2,90 (CEASA 2014)

Reifschneider (2000) relata que os frutos do pimentão têm alto valor nutritivo principalmente devido a presença de vitaminas A, B, e em especial a vitamina C, chegando a 180 miligramas por 100 gramas, suficiente para suprir as necessidades diárias de seis pessoas. Além dessas vitaminas, encontram-se também no pimentão: lipídios, aminoácidos, proteínas de alto valor biológico, ácidos orgânicos, substâncias minerais além de ser fonte importante de antioxidantes naturais.

O pimentão está entre as hortaliças com maior exigência de adubos químicos e defensivos agrícolas para sua produção. O mercado consumidor cada vez mais aumenta a sua exigência com relação a produtos saudáveis e preocupados com a sustentabilidade ambiental tem demandado significativamente a produção de pimentão e de outras hortaliças de origem orgânica. Em média, os produtos orgânicos são comercializados a preços que são 20%

maiores do que os produtos convencionais, o que demonstra que tal atividade possa ser uma alternativa viável para o aumento de renda, principalmente da agricultura de base familiar (SAMINÊZ, 1999).

Além disso é uma cultura que propicia retorno rápido dos investimentos, visto o curto período para o início da produção; por isso é largamente explorada por pequenos e médios horticultores (MARCUSI & VILLAS BÔAS, 2003).

2.2. Reuso de água

Problemas ambientais, principalmente em relação aos recursos hídricos, serão obstáculos a serem enfrentados pela humanidade em um futuro próximo, levando a intensos racionamentos e uma exorbitante valorização da água.

Do ponto de vista hídrico, o semiárido brasileiro apresenta médias pluviométricas anuais que variam entre 400 a 800 mm anuais, distribuídos de forma bastante irregular durante o ano, contrastados por taxas de evaporação em "tanques Classe A" que variam entre 1000 e 3000 mm/ano, fato que permite concluir que não chove pouco no semiárido, mas que evapora muito, indicando que a necessidade de gestão dos recursos hídricos disponíveis é urgente, no sentido de atender todas as necessidades antrópicas (CAMPOS et al., 2008; MODARRES et al., 2007; RUBIN et al., 2006).

Segundo Alves et al. (2001), a depleção quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos nos últimos anos tem conduzido à busca de técnicas para uso mais eficiente da água e também para aproveitamento racional de águas consideradas de qualidade inferior.

No semiárido brasileiro o desafio, devido à escassez de águas superficiais, é promover o abastecimento de água às famílias rurais e garantir a produção de alimentos. O uso de águas subterrâneas é uma alternativa viável para garantir o acesso dessas comunidades à água. Entretanto, essas fontes hídricas apresentam, na maioria dos casos, restrições de uso para o consumo humano por apresentarem problemas de salinidade (AYERS & WESTCOT, 1999). O tratamento amplamente utilizado para reduzir a concentração de sais dessas águas tem sido a dessalinização por osmose reversa (PORTO et al., 2001).

A grande maioria dos dessalinizadores instalados no semiárido nordestino utiliza o processo de osmose inversa. É um processo relativamente caro, para pequenos agricultores, e produz uma grande quantidade de rejeitos, sendo em torno de 3 litros de rejeitos para cada 1 litro de água potável produzido. Em consequência, muito rejeito é desperdiçado e,

normalmente, jogado ao solo poluindo o ambiente. Uma alternativa para a racionalização do uso desta água residuária é através do seu aproveitamento agrícola (DIAS et al., 2010).

Considerando a alta frequência de águas salobras nos recursos subterrâneos de regiões semiáridas, como a brasileira, seu uso poderia causar grande impacto ambiental (salinização), caso o sistema de cultivo fosse o convencional baseado no solo (SOARES et al., 2007).

Soares et al. (2006) sugerem o uso da água do rejeito para o cultivo de plantas tolerantes à salinidade em recipientes de cultivo, evitando assim o acúmulo de sais no ambiente. Outra opção para se dispor do rejeito salino é a sua utilização na solução nutritiva em cultivos hidropônicos de hortaliças, uma vez que a tolerância das plantas à salinidade em sistemas hidropônicos é maior em relação ao sistema convencional (Dias et al., 2010)

Recentemente estudos realizados sobre a tolerância de várias espécies à salinidade em sistema hidropônico de cultivo têm demonstrado que, mediante manejos adequados da água e das práticas de cultivo, pode-se produzir comercialmente com água salina (SAVVAS et al., 2007; AL-KARAKI et al., 2009; COSME et al., 2011).

2.3. Águas salinas na agricultura

A salinidade é um dos fatores que mais reduz o crescimento e a produtividade das plantas em todo o mundo (BAGHALIAN et al., 2008), evidenciando um menor potencial osmótico da solução do solo, causando estresse hídrico e provocando efeitos tóxicos nas plantas que resultam em injúrias no metabolismo e em desordens nutricionais (GARCIA et al., 2007; SOUSA et al., 2010).

A sensibilidade à salinidade varia com o estágio de desenvolvimento da cultura, com a qualidade da água e da espécie a ser utilizada (AYRES & WESTCOT, 1999; NEVES et al. 2009). Neste sentido, algumas pesquisas têm sido realizadas com diferentes culturas visando desenvolver estratégias de manejo em áreas irrigadas com águas salinas, visando elevar a produtividade de culturas tolerantes a estes ambientes (PARIDA & DAS, 2005).

Freire et al. (2013) mencionam que os efeitos negativos dos sais nas plantas estão associados ao desequilíbrio nutricional em decorrência da redução da disponibilidade de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} pela alta concentração de Na^+ no solo ou na água de irrigação; à toxidez por elevado teor de íons como o Na^+ , Cl^- ou SO_4^{2-} nas plantas, com prejuízos nas funções dos sistemas enzimáticos e síntese proteica. Nessas condições, provocam declínio da eficiência

fotossintética, comprometendo o crescimento, desenvolvimento e o potencial produtivo das culturas (WAHOME *et al.*, 2001; GARCIA-SANCHEZ *et al.*, 2002; LACERDA *et al.*, 2003; EPSTEIN & BLOOM, 2006; SILVEIRA *et al.*, 2010).

O excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, provoca a redução generalizada do crescimento das plantas cultivadas provocando sérios prejuízos à atividade agrícola (CAVALCANTE *et al.*, 2010). Contudo, o grau ou a concentração de sais que determinam essa redução varia com a espécie, podendo esse fato estar relacionado com a tolerância de cada espécie à salinidade (FERREIRA *et al.*, 2001).

2.4. O uso de biofertilizantes na agricultura

Na busca por insumos menos agressivos ao ambiente e que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos industrializados, vários produtos têm sido utilizados (DELEITO *et al.*, 2000).

Os biofertilizantes são componentes líquidos, bioativos oriundos da fermentação de compostos orgânicos e água, sob condições aeróbicas ou anaeróbicas, contendo células vivas ou latentes de microrganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos). Caracterizam-se, também, por seus metabolitos e quelatos organo-minerais, antibióticos, aminoácidos, vitaminas, enzimas e hormônios, gerando a produção de gás metano (CH⁴) e gás carbônico (CO₂) durante o processo fermentativo (ALVES *et al.*, 2001; SANTOS, 2001; PENTEADO, 2007).

A utilização desses adubos orgânicos torna-se uma alternativa viável e econômica na produção orgânica para os pequenos e médios produtores de hortaliças, uma vez que melhora a fertilidade e a conservação do solo (ARAÚJO *et al.*, 2007), e a qualidade dos produtos (RODRIGUÊS *et al.* 2008), além de reduzir os níveis de contaminação do solo, da água, da planta, do próprio homem e dos componentes vivos dos agroecossistemas (ALVES *et al.*, 2001).

O uso de biofertilizantes líquidos na forma de fermentados microbianos, simples ou enriquecidos, tem sido um dos processos empregados no controle das pragas e de doenças e na composição mineral das plantas, estratégia baseada no equilíbrio nutricional e biodinâmico do vegetal. A maior importância do biofertilizante como fertilizante, não está nos quantitativos dos seus nutrientes, mas na diversidade da composição mineral, que pode formar

compostos quelatizados e serem disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal (PRATES & MEDEIROS, 2001; ALVES et al. 2009).

Silva et al. (2011) aponta que dentre as fontes orgânicas o biofertilizante bovino, que é produzido sob fermentação metanogênica anaeróbica ou aeróbica de partes iguais de esterco fresco e água tem exercido efeitos positivos, e já comprovados, na germinação das sementes, nas trocas gasosas (transpiração, fotossíntese e condutância estomática) e no crescimento de plantas em solos não salinos sob irrigação com águas de salinidade crescente. Entretanto, os seus efeitos atenuadores ainda não foram testados em sistemas hidropônicos.

O emprego de biofertilizantes orgânicos na forma líquida proporciona maior deslocamento dos nutrientes necessários para as plantas (SOUZA & RESENDE, 2003), por possuir na sua composição, nutrientes mais facilmente disponíveis, quando comparados a outros adubos orgânicos e pode promover melhoria das propriedades químicas, isso porque o fornecimento de biofertilizante no solo eleva os teores de K, Ca e Mg (ALVES et al., 2009).

Santos et al. (2011), trabalhando com a qualidade de melão rendilhado sob diferentes doses nutricionais, observaram que os tratamentos com compostos orgânicos quando comparados à adubação mineral recomendada apresentaram valores mais significativos quanto aos parâmetros físicos e físico-químicos avaliados, podendo considerar desta forma que a adubação orgânica foi efetiva na qualidade dos frutos avaliados.

2.5. Interação entre biofertilizante e salinidade

Estudos envolvendo estresse salino versus condicionantes orgânicos como o biofertilizante bovino ou esterco líquido de bovino vêm crescendo no meio científico. A salinidade é um dos estresses abióticos que mais afeta o crescimento e a produtividade das plantas (SILVA et al., 2008; LACERDA et al., 2011), evidenciando um menor potencial osmótico da solução do solo, causando estresse hídrico e provocando efeitos tóxicos nas plantas que resultam em injúrias no metabolismo e em desordens nutricionais (GARCIA et al., 2007; SOUSA et al., 2010).

A procura por concentrações ideais de biofertilizante e de doses de composto orgânico que atenuem os efeitos causados por estresse salino vem sendo estudado com o intuito de aumentar a tolerância das culturas a esses ambientes como reportam Cavalcante et al. (2010), em maracujazeiro; Nascimento et al. (2011), em pimentão e Sousa et al. (2012), em milho.

Medeiros et al. (2011), trabalhando com dois tipos de biofertilizantes e com cinco níveis de salinidade, na cultura do tomate cereja, e avaliando seu crescimento inicial concluíram que os biofertilizantes proporcionaram maior crescimento das plantas em relação ao solo sem os respectivos insumos, independentemente do nível de salinidade das águas.

Campos et al. (2009), estudando o efeito da água salina e do esterco bovino líquido na cultura da mamoneira, verificaram que o aumento do teor salino das águas prejudicou seu crescimento inicial, mas com menos intensidade no solo onde foi aplicado o esterco líquido bovino. Nascimento et al. (2011) e Silva et al. (2011) também constataram efeitos benéficos do biofertilizante bovino em ambiente salino sobre o crescimento inicial de plantas de pimentão e feijão de corda, respectivamente.

2.6. A tecnologia da hidroponia

A hidroponia (do grego, *hydro* e *ponos*, que significam água e trabalho) é uma técnica de cultivo de plantas com solução nutritiva na ausência ou na presença de substratos naturais ou artificiais, ou seja, sem a presença de solo (SOARES, et al., 2010).

A hidroponia permite uma melhor eficiência no uso da água, devido à redução das perdas por evaporação, ampliando a vantagem da irrigação localizada, no que diz respeito ao menor efeito da salinidade sobre as plantas, reduzindo ainda os riscos ambientais associados ao acúmulo de sais no ambiente (ALVES et al., 2011).

Pesquisas recentes vêm sendo realizadas com o intuito de avaliar a viabilidade de aproveitamento de águas salobras em cultivos hidropônicos (AMORIM et al., 2005; SANTOS et al., 2010a, 2010b; PAULUS et al., 2010; SOARES et al., 2010; DIAS et al., 2010). Esses estudos têm a premissa de que na hidroponia a resposta das plantas em condições salinas é melhor que no solo devido à ausência do potencial mátrico, que é uma das causas da diminuição da energia livre de água (SOARES et al., 2007).

Savvas et al. (2007), avaliando a interação entre salinidade e frequência de irrigação na cultura da pimenta em sistema hidropônico, verificaram que o aumento da frequência de irrigação mantém níveis relativamente baixos de sais no sistema radicular.

Pesquisas recentes revelam o potencial do aproveitamento de águas residuária de dessalinizadores no preparo de solução nutritiva para cultivos hidropônicos (DIAS et al., 2011; COSME et al., 2011; SANTOS et al., 2011) e têm sido desenvolvidas no sentido de avaliar a rentabilidade das culturas em tal sistema, dentro da perspectiva técnica, ambiental, social e de custos de produção.

Segundo Bortolozzo et al. (2007), o sistema hidropônico pode apresentar várias vantagens sobre o sistema de cultivo com solo, tais como: (a) O produtor não precisa fazer rotação das áreas de produção, prática necessária para reduzir a podridão de raízes. Dessa forma, chega a triplicar o potencial de uso da área de terra; (b) O novo ciclo de produção é estabelecido com a troca do vaso plástico e do substrato a cada dois anos, o que auxilia na redução da incidência e do alastramento de podridões na cultura; se essas ocorrerem, elimina-se somente o vaso infectado e não toda a área de produção; (c) O sistema protege as plantas do efeito da chuva e facilita a ventilação, condições que impedem o estabelecimento de doenças; (d) Como há menor presença de doenças, o uso de agrotóxicos pode ser substituído por práticas culturais, uso de agentes de controle biológico e produtos alternativos, reduzindo drasticamente o risco de contaminação dos frutos, sem afetar a rentabilidade da produção; (e) Permite a produção de frutos com maior qualidade e menor perda por podridão; o período da colheita pode ser estendido em, pelo menos, dois meses.

O cultivo de hortaliças em sistemas hidropônicos em ambiente protegido prolonga o período de produção, eleva a produtividade, precocidade e qualidade da colheita, quando comparado ao cultivo convencional no campo (CARRIJO et al., 2004; GOTO & TIVELLI, 1998). Dentre os sistemas de cultivo hidropônico mais utilizados, o sistema hidropônico fechado NFT (fluxo laminar de nutrientes) é mais utilizado para hortaliças folhosas, enquanto que para hortaliças de frutos é preferido a hidroponia em substratos, ou seja sistema hidropônico aberto.

A técnica da hidroponia é uma alternativa para comunidades isoladas do Semiárido, onde a escassez de água doce se torna um problema ainda mais dramático.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Caracterização da Área experimental

O trabalho foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, localizada no município de Limoeiro do Norte, CE. A posição geográfica da localidade é: 05°06'S, 37°52'W, 151 m. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é do tipo BSw'h', (semiárido, com máximo de chuvas no outono e muito quente), onde as condições climáticas são caracterizadas por médias anuais de umidade relativa do ar, precipitação pluvial e temperatura de 62%, 772 mm e 28,5 °C, respectivamente, sendo o trimestre março-maio, o período mais chuvoso e o período julho-dezembro o mais seco (DNOCS, 2006).

3.2. Descrição do sistema de cultivo

A sementeira foi realizada em bandejas de isopor e após desenvolvimento das folhas verdadeiras as mudas foram transplantadas para vasos plásticos em ambiente protegido com cobertura em arco, com 6,50 m de largura, 32,8 m de comprimento e pé direito de 3,0 m, coberto com filme de polietileno de baixa densidade, para evitar a entrada de água pela chuva, sobre uma malha negra (50% de transmissividade). Abaixo da malha negra, aproximadamente 50cm, instalou-se uma malha termo refletora (aluminet 50%) para reduzir a temperatura no interior do ambiente protegido, tendo sido as laterais protegidas com a mesma malha negra citada.

O cultivo do pimentão foi realizado em vasos de plástico flexível com capacidade para 25,0 litros, altura de 35,0 cm e diâmetro interno superior de 34,0 cm e inferior de 28,0 cm. Os mesmos foram preenchidos com substrato (casca de arroz carbonizada). Em cada vaso foi transplantada uma muda de pimentão, e os vasos espaçados de 1,0 m entre fileira simples e dispostos em forma de triangulo com espaçamento de 0,5 m entre plantas como mostra a Figura 1.

Figura 1: Disposição geral dos vasos na estufa (Esq.). Disposição da tela aluminet (Dir.)



Fonte: Elaboração pelo autor.

3.3. Dados microclimáticos

Os dados climáticos foram coletados em um intervalo de 30 em 30 minutos no interior da estufa no período de 13/03/2014 a 20/05/2014, por uma estação meteorológica portátil modelo HOBO data logg (temp/light/ext channel). Em seguida foram transformados em dados diários e mensais para posterior análise.

Na tabela 1 estão os valores médios mensais da temperatura e umidade relativa do ar nos meses de condução do experimento (março, abril e maio).

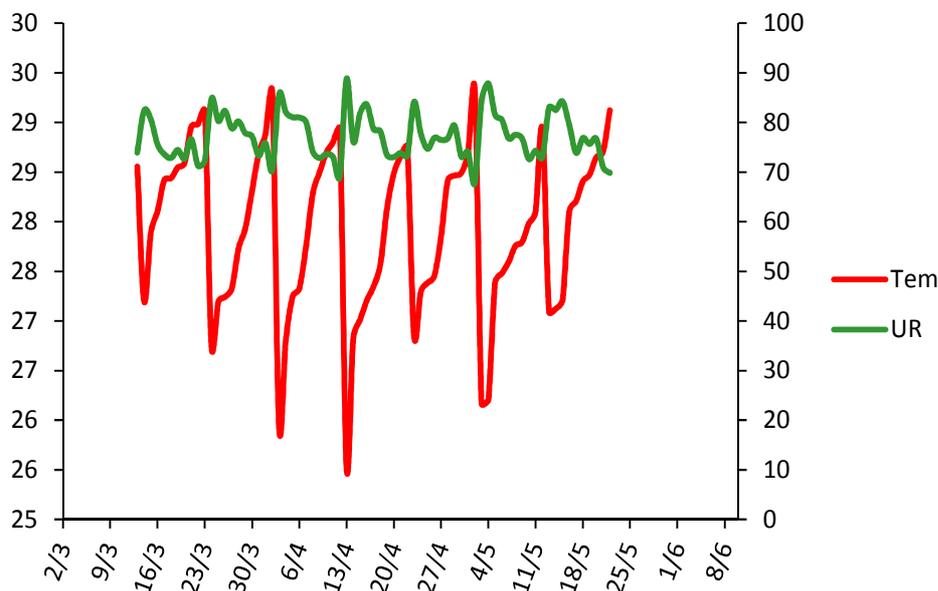
Tabela 1: Valores médios de temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) no período experimental. Limoeiro do Norte, CE, 2014.

Dados Climáticos			
Mês	Dias	T (°C)	UR (%)
Março	17	28,01	76,77
Abril	31	28,13	76,74
Maio	20	27,60	77,77
Total/Média	68	27,91	77,10

O valor médio da temperatura 27,91 (°C) está dentro da faixa considerada recomendada para a cultura segundo Siviero & Gallerani (1992). Os autores afirmam que a temperatura para a cultura do pimentão deve estar entre a mínima de 16°C e a máxima de 30°C, onde o desenvolvimento, bem como a floração e a frutificação, não serão prejudicados.

O valor médio da umidade relativa 77,10% ultrapassou a faixa ideal para o cultivo do pimentão 50 a 70% (TIVELLI, 1998) figura 2. Segundo o autor, valores abaixo de 50% induzem à redução do nível de polinização das flores por desidratação do pólen, e que a UR próxima à saturação ocasiona o rompimento do mesmo devido à absorção excessiva de água.

Figura 2: Variação da temperatura (°C) e da umidade relativa média do ar (%) durante o período de março/2014 a maio/2014 na área experimental. Limoeiro do Norte, CE, 2014.



Fonte: Elaboração pelo autor.

3.4. Pesquisa de campo acerca da qualidade das águas residuárias dos dessalinizadores do Baixo-Jaguaribe

Inicialmente, foram localizados alguns dessalinizadores em uso no Baixo-Jaguaribe, como a grande maioria estava desativado apenas em 2 foi possível a coleta de água. Posteriormente, foram realizadas análises das propriedades químicas deste material, para uso das águas residuárias no cultivo de pimentão.

Os tratamentos com salinidade foram definidos após os resultados das análises de condutividade elétrica das águas residuárias coletadas nesta fase.

Tabela 2: Resultado da análise química das águas dos dessalinizadores, Limoeiro do Norte, CE, 2014.

	Características químicas										
	Cátions (mmol _c L ⁻¹)				Ânions (mmol _c L ⁻¹)				dS m ⁻¹		
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	CE	RAS	pH
Catumbela	23,60	9,73	6,86	1,71	24,31	1,02	4,90	N.D.	9,97	1,68	7,5
Bela Vista	4,94	5,87	11,89	1,18	18,65	0,08	1,39	N.D.	3,13	5,11	7,0

Figura 3: Dessalinizador visitado em uso na localidade Planalto da Catumbela na cidade de Russas-CE, 2014



Fonte: Elaboração pelo autor.

A localidade selecionada fica localizada na Travessa Antônio Gonçalves, 442-518 no Planalto da Catumbela, município de Russas-CE com posição geográfica de 4°56'18.47" S, 37°59'19.50" W. A água do rejeito apresentou uma CE de 9,97 dS m⁻¹.

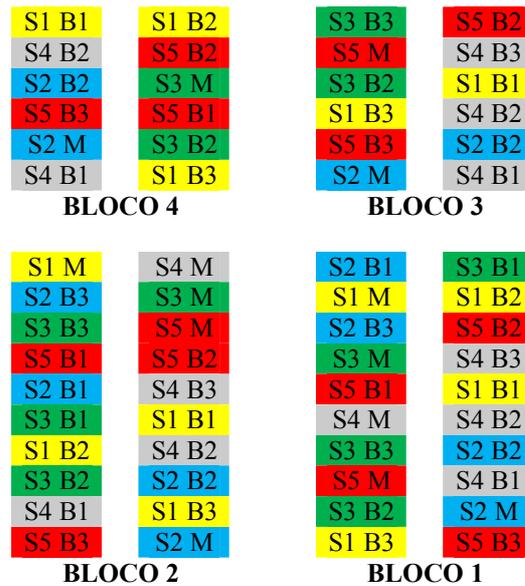
3.5. Delineamento estatístico e tratamentos

O ensaio foi conduzido em cultivo hidropônico tipo aberto com os tratamentos distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial (5 x 4), referentes a 5 diferentes concentrações de água salina (0,5; 1,5; 3,0; 5,0; e 7,5 dS m⁻¹) e 4 formas de aplicações de fertilizantes na solução nutritiva (biofertilizantes nas concentrações: B1 = 50% da recomendação por Guimarães (2013); B2 = 100% da recomendação por Guimarães (2013) e B3 = 150% da recomendação por Guimarães (2013)) e mais (solução mineral recomendada para hidroponia para a cultura do pimentão), com 4 repetições, totalizando 80 unidades experimentais, sendo utilizadas 3 plantas por parcela para se obter uma maior confiabilidade dos dados.

Após sorteio do posicionamento das parcelas experimentais, foi feito um croqui para disposição geral dos tratamentos na estufa (Figura 4).

Figura 4: Croqui da área experimental, Limoeiro do Norte-CE, 2014

S2 B3	S1 M	S2 B3	S1 M
S3 B3	S5 M	S3 M	S2 B1
S4 M	S2 B1	S5 B1	S3 B1
S4 B3	S3 B1	S4 M	S1 B2



Fonte: Elaboração pelo autor.

3.6. Instalação do sistema hidropônico

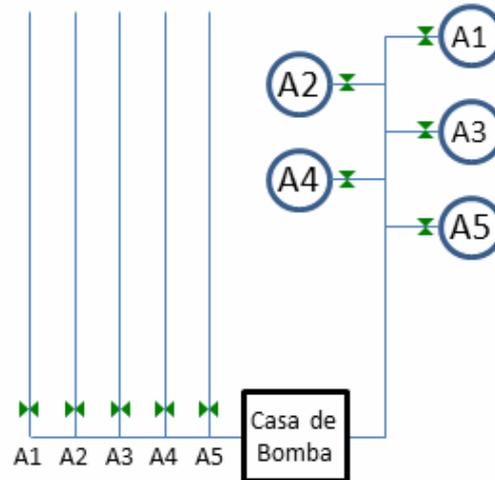
3.6.1. Instalação do sistema de bombeamento

A eletrobomba para aplicação dos tratamentos com água residuária foi instalada próxima a área de cultivo. Para maior precisão na realização dos tratamentos foi utilizado um sistema de automação do sistema de irrigação em geral, desde o acionamento da eletrobomba até a disposição das válvulas automáticas de 1". Para isso, foi utilizado um controlador que acionava as eletroválvulas a partir de comando elétrico para um solenóide com pulso de 24 v.

3.6.2. Descrição do sistema

O sistema hidropônico instalado foi do tipo aberto que consiste em aplicar soluções na presença de substratos inerte. As soluções utilizadas (misturas de água do canal mais água de pior qualidade) foram distribuídas em cinco caixas para aplicação conforme Figura 5.

Figura 5: Layout do sistema hidráulica do experimento, Limoeiro do Norte-CE, 2014



Fonte: Elaboração pelo autor.

As aplicações dessas soluções ocorreram a partir de uma motobomba com sucção quádrupla. Ou seja, para cada solução, definida nos sub-tratamentos, havia uma sucção que era acionada diariamente. Ressalta-se que cada caixa d'água era acionada separadamente e, ainda que as válvulas equivalentes às soluções eram acionadas simultaneamente. Em outras palavras, quando se irrigavam os vasos do tratamento A1 (100% de água do canal), acionavam-se simultaneamente as válvulas da sucção e recalque. Dado o tempo necessário para irrigação, fechavam-se essas válvulas, e acionavam-se as válvulas do tratamento A2 e, assim por diante.

No intuito de manter a umidade sempre próxima à capacidade de campo, optou-se por aplicar a lâmina diária em pulsos distribuídos ao longo do dia, com lâmina diária de 2,66 L planta⁻¹.

O tempo total de irrigação foi determinado pela capacidade de armazenamento do substrato sem que ocorresse a drenagem. As soluções constituídas foram fornecidas através de gotejadores com vazão de 2 L h⁻¹. Cada unidade experimental, constituída de 3 (três) vasos, recebeu um gotejador. A água foi distribuída aos vasos por meio de estacas conectadas ao gotejador por meio de microtubos de 4 mm.

3.6.3. Descrição da mistura de águas salinas a serem injetadas

Uma vez determinada a CE do rejeito (9,97 dS m⁻¹), com a CE da água do canal de 0,5 dS m⁻¹ e, a partir da composição percentual do rejeito, chegou-se aos valores de CE dos tratamentos seguindo a seguinte equação.

$$CE_{FINAL} = \frac{(CE_{REJ} \times \%_{REJ}) + (CE_{CANAL} \times \%_{CANAL})}{100} \dots\dots\dots \text{Eq. 01}$$

Onde:

CE _{FINAL}	-	Condutividade elétrica final da combinação das águas	(dS m ⁻¹)
CE _{REJ}	-	Condutividade elétrica da água do rejeito do dessalinizador	(dS m ⁻¹)
% _{REJ}	-	Percentual da água do rejeito do dessalinizador	(adimensional)
CE _{CANAL}	-	Condutividade elétrica da água do canal	(dS m ⁻¹)
% _{CANAL}	-	Percentual da água do canal	(adimensional)

A Tabela 3 a seguir expõe a sequência de cálculo da Condutividade elétrica da água de irrigação dos tratamentos de salinidade, a partir da explanação supracitada.

Tabela 3: Composição da água de irrigação dos tratamentos de salinidade

Tratamento	Canal		Rejeito		Solução de Irrigação
	CE (dS m ⁻¹)	%	CE (dS m ⁻¹)	%	CE _{FINAL} (dSm ⁻¹)
A1		100		0	0,5
A2	0,5	90	9,97	10	1,5
A3		75		25	3,0
A4		50		50	5,0
A5		25		75	7,5

Fonte: Elaboração pelo autor.

A aplicação de água salina em todos os tratamentos teve início após os 25 dias após o transplante, isso se deu no intuito de favorecer a uniformização das plantas para experimentação com os devidos tratamentos.

3.7. Preparo e aplicação do biofertilizante

O sistema de biofertilização instalado foi constituído de 8 bombonas plásticas de 310 litros. No preparo do biofertilizante foram utilizados esterco bovino e a água não clorada, como componentes básicos.

Figura 6: Bombona usada na fabricação do biofertilizante, Limoeiro do Norte-CE, 2014



Fonte: Elaboração pelo autor.

O biofertilizante foi preparado por meio da fermentação anaeróbia contendo esterco fresco e água na proporção de 50% (volume/volume = v/v), por um período de trinta dias, em recipiente plástico hermeticamente fechado. Para se obter o sistema anaeróbico, a mistura foi colocada nas bombonas deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior. Na tampa foi adaptada uma mangueira com a outra extremidade mergulhada num recipiente com água na altura de 20 cm, para a saída de gases (SANTOS, 1992).

Os procedimentos para preparo do biofertilizante foram:

1. Primeiramente o esterco fresco foi colocado no recipiente;
2. Depois preencheu-se a bombona com água, até aproximadamente 15-20 cm da borda;
3. Após o enchimento da bombona foi feito o revolvimento e o fechamento hermético com saída de gases na tampa através de mangueira depositada em recipiente com água;
4. O biofertilizante foi utilizado pela primeira vez após 30 dias de fermentação.

Para garantir a uniformidade dos tratamentos, a adubação orgânica com biofertilizante teve início junto com a adubação mineral, ou seja, aos 35 DAT. A tabela 2 mostra a análise química do composto líquido utilizado durante o experimento.

Tabela 4: Resultado da análise química do composto líquido durante o experimento, Limoeiro do Norte, CE, 2014.

Características químicas										
N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
(g L ⁻¹)					(mg L ⁻¹)					
1,59	0,32	0,01	1,58	0,59	0,01	92	425,10	4,28	15,60	21,80

Com base nesses resultados, foi calculado o volume a ser aplicado para cada tratamento sendo 50, 100 e 150% da dose aplicada para recomendação da adubação do pimentão. Ficando 0,8 L por Planta Semana⁻¹ para B1, 1,6 L por Planta Semana⁻¹ para B2 e 2,4 L por Planta Semana⁻¹ para B3.

Tabela 5: Quantidade total (g planta⁻¹) e percentual relativo (%) de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) aplicados por planta durante o ciclo. Limoeiro do Norte, CE. 2014.

Nutriente	Adubação						
	B1		B2		B3		M
	g pl ⁻¹	%	g pl ⁻¹	%	g pl ⁻¹	%	g pl ⁻¹
N	5,21	54,8	10,43	109,8	15,64	164,6	9,5
P	3,75	50,0	7,5	100,0	11,25	150,0	7,5
K	2,31	46,2	4,61	92,2	6,92	138,4	5

Fonte: Elaboração pelo autor.

3.8. Preparo da solução nutritiva a partir de fertilizantes minerais

A adubação foi realizada manualmente com solução nutritiva indicada por Goto & Rossi (1997) citados por Trani et al. (2011) para a cultura do pimentão. Na constituição da solução nutritiva foi seguida a recomendação proposta por Guimarães (2013), sendo N – (9,5 g planta⁻¹); P – (7,5 g planta⁻¹) e K – (5 g planta⁻¹). Nas Tabelas 4 e 5, encontram-se apresentadas as soluções nutritivas para pimentão sob cultivo protegido, propostas pelos referidos autores. Foram feitas a substituição dos nutrientes nitrato de potássio por cloreto de potássio, cloreto de cobre por sulfato de cobre e oxido de molibdenio por molibdato de amônio além da adição de ácido nítrico e alterações nas quantidades de fosfato monopotássico e nitrato de magnésio. Após o preparo da solução estoque verificou-se que cada planta do tratamento mineral deveria receber até o final do ciclo um total de 285 mL divididos em 20

aplicações da solução de trabalho que era feita através da diluição em 4 litros para cada dia de aplicação da adubação.

Para não comprometer o desenvolvimento inicial foram feitas aplicações em todas as plantas com 20% da recomendação durante a primeira fase de desenvolvimento da cultura (até 35 DAT), os restantes (80%) foram aplicados apenas no tratamento mineral.

Tabela 6. Solução nutritiva para hidroponia em pimentão sob cultivo protegido, Limoeiro do Norte, CE. 2014.

Fertilizantes	Quantidade para 20 L de solução estoque
Nitrato de cálcio	650,00 g
Ácido nítrico 65%	337,65 mL
Cloreto de potássio	420,65 g
Fosfato monopotássico (MKP)	250,00 g
Sulfato de magnésio	250,00 g
Nitrato de magnésio	83,33 g
Ferro – EDTA (40 mM)*	22,32 g
Micronutrientes (Tabela 5)	150 mL

Tabela 7. Solução-estoque de micronutrientes para mistura na solução nutritiva para a cultura do pimentão, Limoeiro do Norte, CE. 2014.

Fertilizantes	Produto/Solução (g/2L)
Ácido bórico	16,7
Cloreto de manganês	15,0
Sulfato de cobre	0,76
Molibdato de amônio	0,417
Sulfato de zinco	2,62

3.9. Condução do cultivo

3.9.1. Semeadura

A variedade de pimentão utilizada foi o Yolo Wonder da empresa Feltrin sementes que apresenta frutos de formato quadrado, cor verde escuro brilhante/vermelho, planta compacta e frutos firmes.

As sementes foram semeadas em bandejas de poliestileno expandido em 128 células preenchidas com substrato à base de fibra de coco. O transplântio das mudas para os vasos plásticos, preenchidos com o substrato de casca de arroz carbonizada, foi realizado aproximadamente com 30 dias após a semeadura.

A análise química da casca de arroz carbonizada (Tabela 8) revelou que o mesmo pode ser considerado um substrato inerte.

Tabela 8- Resultado da análise química do substrato (casca de arroz carbonizada) antes do início do experimento, Limoeiro do Norte, CE, 2014.

Características Químicas			
Macronutrientes (g L ⁻¹)		Micronutrientes (mg L ⁻¹)	
N	0,06	Fe	0,007
P	0,03	Cu	N. D.
K	N. D.	Zn	N. D.
Ca	N. D.	Mn	0,004
Mg	0,01		%
S	0,01	C	4,9
Na	0,009	M.O.	8,44
pH	6,41	C/N	76

M.O (matéria orgânica); N.D (não disponível)

3.9.2. Condução das plantas

As plantas foram conduzidas de forma individual, à medida que foram crescendo foi colocado um tutor com aproximadamente 1m cada fincado no meio do vaso onde as plantas foram amarradas com fitilho para evitar tombamento da planta e quebra das hastes, devido ao peso dos frutos.

3.9.3. Controle de pragas e doenças

No decorrer dos trabalhos experimentais, com o aparecimento de pragas como pulgão e cochonilha, foi feito controle alternativo utilizando-se de biopesticidas (neem indiano, calda bordaleza, extrato de alcatrão, caldas, saponáceas e outros).

3.9.4. Colheita

A colheita foi realizada aos 75 DAT, os frutos foram encaminhados para o laboratório de pós colheita para avaliação da produtividade através de pesagem do número de frutos por planta, em seguida as plantas foram coletadas para as análises de partição de massa seca e análises nutricional.

3.10. Variáveis analisadas

3.10.1. Avaliação de crescimento

Aos 45, 60 e 75 dias após o transplântio (DAT) foram avaliadas as seguintes características de crescimento: número de folhas por contagem manual, altura da planta com régua graduada e diâmetro do caule com paquímetro digital. Aos 75 DAT, as plantas foram separadas e identificadas em folhas, caule e raiz, acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação de ar a 60 °C, até atingirem valor constante de matéria seca.

Figura 7: Medição da altura (esquerda), e diâmetro do caule (direita) das plantas de pimentão, Limoeiro do Norte, 2015.



Fonte: Elaboração pelo autor.

3.10.2. Análises de acumulo de nutrientes

Para a determinação do estado nutricional no final do ciclo as plantas foram fracionadas em folhas, caule e raiz, secas em estufa, foram triturados separadamente em moinho tipo Wiley, acondicionados em sacos de papel e devidamente identificados para determinação dos teores de macronutrientes e sódio. Os teores de N foram determinados em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica pelo método micro-Kjeldahl. Após a obtenção do extrato nitroperclórico, os teores de Na e K foram determinados por fotometria de chama, os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica e o de P por colorimetria (MALAVOLTA et al., 1997).

3.10.3. Avaliação da produtividade

A produtividade representa a produção média de frutos por planta, expressa em gramas por planta. A avaliação foi realizada após a colheita aos 75 DAT com posterior pesagem dos frutos.

Figura 8: Pesagem dos frutos em uma das plantas de pimentão, Limoeiro do Norte, CE, 2014



Fonte: Elaboração pelo autor.

3.11. Análises estatísticas

Os dados para cada variável referente à cultura foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F, e realizando-se o desdobramento sempre que a interação foi significativa. Por se tratar de fatores quantitativos também foi realizada análise estatística por meio de regressão, aplicando-se os modelos linear e quadrático, por apresentarem melhor resposta biológica das plantas aos tratamentos aplicados, e escolhendo-se o que apresentou melhor significância e maior coeficiente de determinação (R^2). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento das Plantas

Os resultados da análise de variância para as variáveis de crescimento: altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas aos 45, 60 e 75 DAT para o pimentão cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral encontram-se na tabela 9.

Observa-se que para todas as variáveis não houve efeito significativo na interação adubação versus salinidade, nem nos efeitos estudados de forma isolada, mostrando que as variáveis de crescimento até os 75 dias após o transplante não sofreram influência pelos sais presentes na água de irrigação nem pela adubação com biofertilizante. Esse comportamento está de acordo com o observado por Lima (2007), Aldrighi et al. (2002) e Souza (2000) ao concluírem que os biofertilizantes puro, Agrobio e supermagro não influenciaram no crescimento de plantas de pimentão e tomate, respectivamente.

Tabela 9: Resumo da análise de variância para variáveis de crescimento do pimentão aos 45, 60 e 75 DAT. Limoeiro do Norte, CE, 2014.

DAT	Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
			Altura da planta	D. do caule	N. de folhas
45	Adub	3	65,32173 ns	0,48962 ns	24,03147 ns
	Sal	4	110,88673 ns	1,67828 ns	39,67916 ns
	Adub x Sal	12	61,28476 ns	0,76552 ns	31,08933 ns
	Bloco	3	41,62379 ns	0,96648 ns	57,70924 ns
	Resíduo	57	84,69191	1.08	29,48313
	CV (%)		23,74	17,05	24,97
60	Adub	3	48,38428 ns	1,90527 ns	23,48335 ns
	Sal	4	111,02380 ns	2,91150 ns	64,83822 ns
	Adub x Sal	12	38,70804 ns	1,44251 ns	56,67892 ns
	Bloco	3	58,47594 ns	1,23196 ns	93,77963 ns
	Resíduo	57	84,78684	1,61738	36,63147
	CV (%)		22,95	18,06	29,85
75	Adub	3	97,33036 ns	0,70275 ns	32,31111 ns
	Sal	4	93,17434 ns	3,85213 ns	76,66467 ns
	Adub x Sal	12	38,13208 ns	1,56706 ns	53,86116 ns
	Bloco	3	155,24491 ns	1,21572 ns	51,47037 ns
	Resíduo	57	84,39859	1,89599	40,34730

CV (%)	23,23	17,64	29,59
--------	--------------	--------------	--------------

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Na tabela 10 encontram-se os resultados da análise de variância para matéria seca das folhas, caule, raiz e total do pimentão no final do ciclo (75 DAT). Houve efeito significativo a 1% para a interação adubação e salinidade. Analisando os efeitos isolados observa-se que para a adubação não houve efeito significativo para a variável massa seca das folhas, já a salinidade apresentou significância para todas as variáveis a níveis de 1 e 5 %.

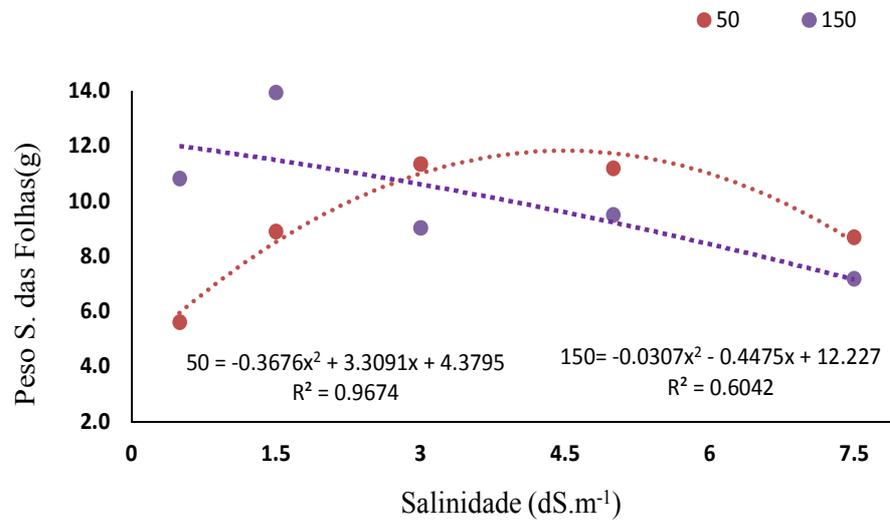
Tabela 10: Resumo da análise de variância para variáveis de crescimento Massa seca da folha, caule e raiz do pimentão aos 75 DAT. Limoeiro do Norte, CE, 2014.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		M. seca folha	M. seca caule	M. seca raiz	M. seca total
Adubação (A)	3	16,6102 ns	44,9251 **	77,7557 **	344,9402**
Salinidade (S)	4	18,0304 *	24,9251 **	22,9902 **	167,1163**
A x S	12	19,9906 **	13,2625 **	26,0341 **	119,2474 **
Bloco	2	2,2150 ns	3,6894 ns	2,0685 ns	20,1691 ns
Resíduo	38	6,5814	3,0522	2,4181	24,5244
CV (%)		26,56	30,06	28,41	23,65

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

O aumento do conteúdo salino da água de irrigação inibiu de forma quadrática a produção de matéria seca das folhas nas aplicações com 50 e 150% do biofertilizante (Figura 9), as demais aplicações inclusive a mineral não apresentaram respostas significativas por meio da análise de regressão. A adubação com 50% da recomendação apresentou ponto de máximo com 10,46g de matéria seca na salinidade de 2,57 dSm⁻¹, observando-se uma redução no conteúdo de massa de matéria seca com a elevação dos níveis salinos na água de irrigação.

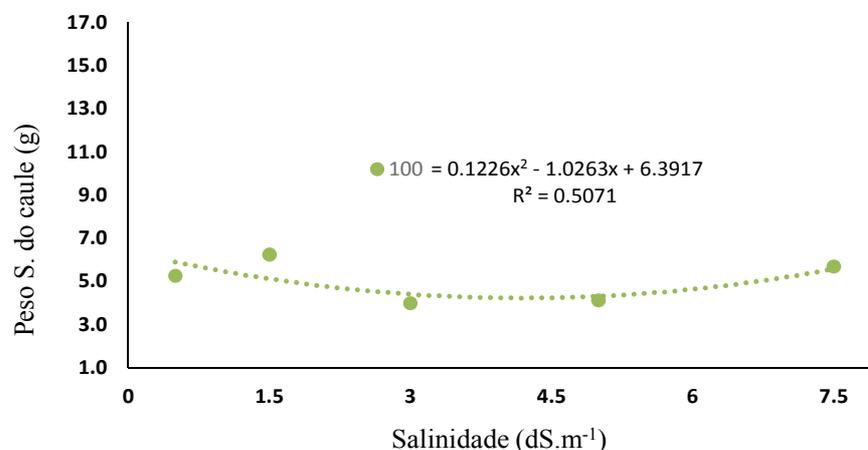
Figura 9: Massa seca da folha do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.



Fonte: Elaboração pelo autor.

Para o caule (Figura 10), o comportamento quadrático expressou-se apenas com a aplicação de 100% do biofertilizante com valor médio de 5,07g de matéria seca por planta. A inibição no crescimento e na produção de biomassa pelas plantas em geral, inclusive o pimentão, é resposta do desequilíbrio nutricional e toxicidade, que resultam em perdas de respiração, expansão radicular, absorção de água e fixação de CO² (Parida & Das 2005; Nascimento et al. 2011).

Figura 10: Massa seca do caule do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.



Fonte: Elaboração pelo autor.

Quanto ao declínio na produção de biomassa da parte aérea (folha e caule) das plantas irrigadas com água salina, este quase sempre é resultado da senescência precoce provocada pelos efeitos tóxicos dos sais em excesso na água de irrigação, que limitam a expansão da área foliar, reduzindo o rendimento de matéria seca (Silva et al., 2008).

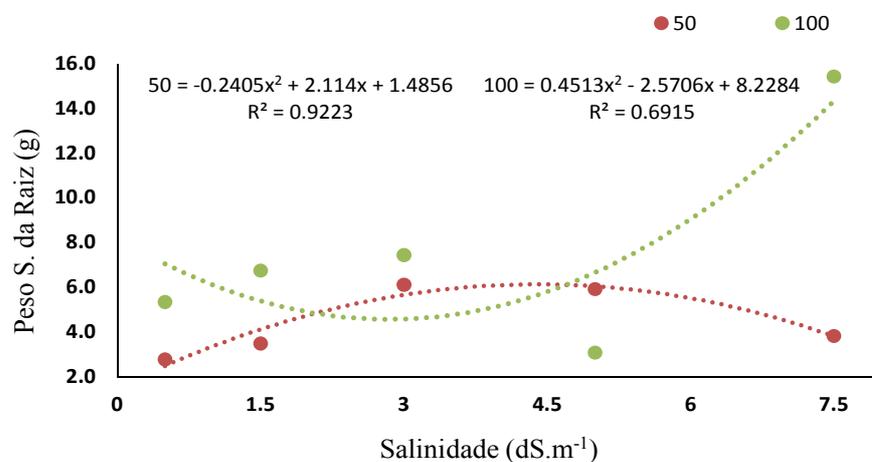
Corroborando com este estudo, Nunes et al. (2013) observaram resultados semelhantes na massa de matéria seca da parte aérea do pimentão cultivado em hidroponia com fibra de coco. Comportamento semelhante foi também registrado por Oliveira et al. (2007) na produção de biomassa da parte aérea do tomateiro irrigado com águas salinas.

Lima et al. (2012), trabalhando com dois tipos de solo (Argissolo e Cambissolo), também verificaram que o aumento da salinidade a partir de (2,75 dS m⁻¹) influenciou na redução da matéria seca do caule de pimentão para ambos os solos.

Outros autores também observaram a redução na produção de massa seca com o aumento da salinidade, tanto em solo (OLIVEIRA et al., 2007) como em cultivo hidropônico (COSME et al. 2011; GOMES et al., 2011), na cultura do pimentão e do tomate.

A massa de matéria seca das raízes apresentou comportamento diferente para o tratamento com 100% da recomendação de adubação (Figura 11), apresentando um elevado acúmulo de massa de matéria seca para o nível de salinidade mais elevado (7,5 dS m⁻¹). Na adubação com 50% da recomendação observa-se que o conteúdo de massa de matéria das raízes foi maior com tendência crescente até a salinidade de aproximadamente 5,0 dS m⁻¹, com posterior declínio apresentando média geral de 4,43g por planta, e ponto de máximo de 4,29g para a salinidade de 1,63 dS m⁻¹.

Figura 11: Massa seca da raiz do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.



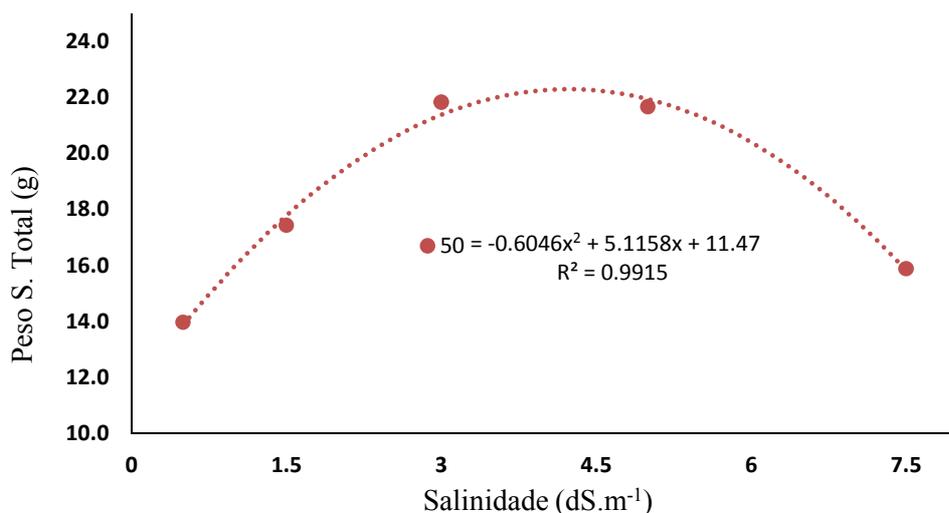
Fonte: Elaboração pelo autor.

Rebequi et al. (2009), ao avaliarem a produção de mudas de limão-cravo em substrato com biofertilizante bovino, irrigado com águas salinas também observaram redução desta variável. Os autores verificaram que a massa seca das raízes foi comprometida em função da salinidade das águas de irrigação, mas sempre em menor intensidade nos tratamentos com biofertilizante bovino. Medeiros et al. (2011) também verificaram influência positiva do biofertilizante, ao reduzir o efeito depreciativo da salinidade da água sobre a cultura do pimentão (*Capiscum annum* L.).

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou a massa seca total do pimentão, observa-se na figura 12 um comportamento polinomial quadrático para a adubação com 50% da recomendação. O ponto de máximo obtido com a curva de crescimento da produção foi de 22,22g de massa de matéria seca na salinidade de 3,9 dS m⁻¹. Correia et al. (2009), afirmam que a alocação de biomassa em determinados órgãos da planta revela estratégia diferenciada à medida em que os níveis de estresse forem intensificados.

Esses resultados assemelham-se, em parte, aos encontrados por Sousa et al. (2014) e Santos et al. (2012), que observaram redução na massa seca total de plantas de amendoim com o aumento da salinidade da água de irrigação na presença e ausência de biofertilizante.

Figura 12: Massa seca total do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.



Fonte: Elaboração pelo autor.

Estes resultados estão de acordo com Silva et al. (2011) e Almeida et al. (2012), que constataram que o aumento da salinidade da água de irrigação inibiu o crescimento da massa de matéria seca em plantas de feijão-de-corda e pimentão respectivamente. A inibição do crescimento deve ter sido provocada, em maior parte, pelos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura e pela redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina.

4.2. Produtividade

Na tabela 11 encontram-se os resultados da análise de variância para variável produtividade. Foi constatado que os fatores salinidade e biofertilizante influenciaram a produtividade do pimentão ao nível de 1% tanto de forma isolada, quanto em associação.

Tabela 11: Análise de variância para a produtividade do pimentão. Limoeiro do Norte, Ceará, 2014

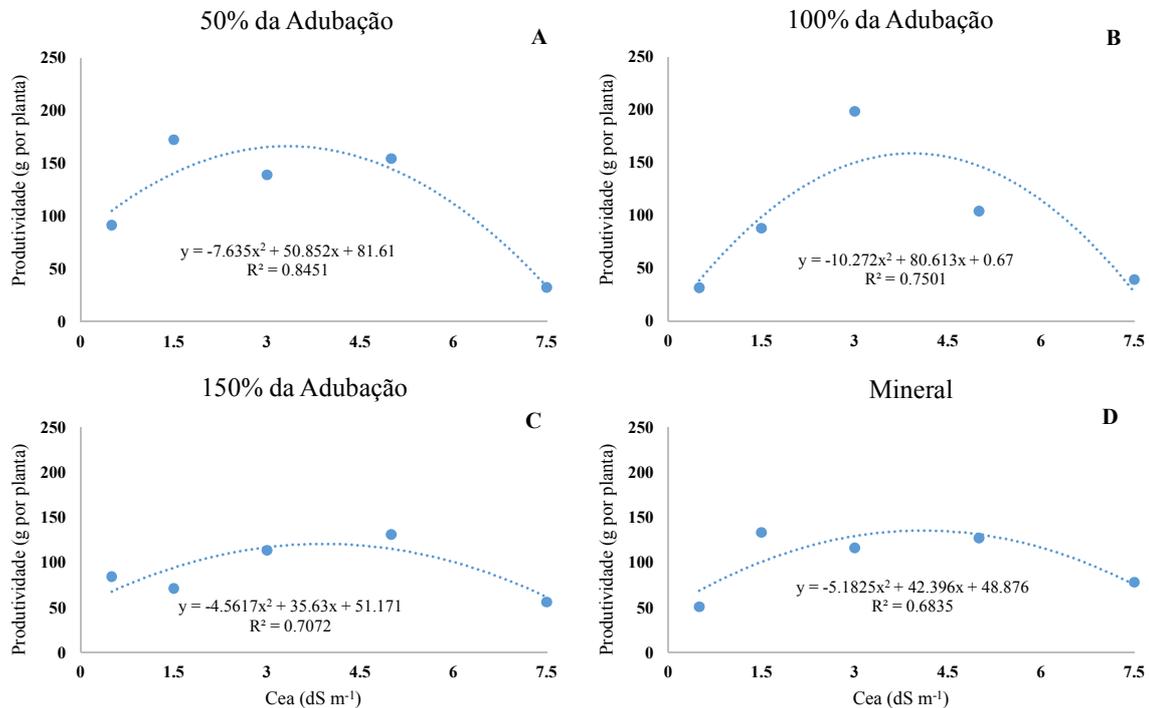
Fonte de variação	GL	Quadrado Médio Produtividade
Adubação (A)	3	6.234,27**
Salinidade (S)	4	16.764,18**
A x S	12	5.005,74**
Bloco	19	7.675,18**
Resíduo	60	1.461,32
CV (%)		33,96

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

A seguir a Figura 13 apresenta as equações obtidas a partir da análise de regressão, como desdobramento da interação referente a produtividade do pimentão. Observa-se um modelo polinomial quadrático para 50, 100 e 150% da adubação com biofertilizante e para a adubação mineral.

De acordo com os modelos propostos e, buscando o ponto de máxima das curvas, com a aplicação de 50% da dose de biofertilizante (B1), atinge-se no máximo 165 (g por planta), quando a CEa de irrigação está em aproximadamente 3,0 dS m⁻¹ (figura 13-A).

Figura 13: Produtividade do pimentão cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.



Fonte: Elaboração pelo autor.

Já para o tratamento B2 (100% da recomendação) (Figura 13-B), obteve-se uma produtividade muito próxima de B1, apenas 4% inferior (158,8 g por planta) numa CEa de 3,9 dS m⁻¹. Na mesma condição de salinidade, aplicando-se 150% da recomendação com biofertilizante, obteve-se no máximo 120 (g por planta) (Figura 13-C). Por fim, submetido à adubação mineral, nas condições do trabalho, o pimentão obteve rendimento máximo (135 g por planta) com uma CEa de 4,1 dS m⁻¹(Figura 13-D).

Nunes et al. (2013) corroboram com os resultados ao constatar um efeito significativo da salinidade para todas as características de produção avaliadas (produtividade e rendimento de frutos por planta (g por planta) do pimentão cultivado em fibra de coco em Mossoró, Rio Grande do Norte.

No que diz respeito ao biofertilizante, Araújo et al. (2007) constataram uma influência ao nível de 1% para o pimentão submetido a doses de esterco bovino e sua interação com o biofertilizante. Os autores afirmam que a aplicação do biofertilizante no solo aumenta a produção do pimentão, mesmo com a presença do estercó bovino.

Com base nesses dados, observa-se que a produtividade máxima do pimentão não diferiu entre os tratamentos B1 e B2, obtendo menores resultados para M e B3, respectivamente.

Assim, aplicando 50% da adubação via biofertilizante (B1) seria a opção mais vantajosa, uma vez que acarretaria maiores produtividades com menores custos de adubação. Nas condições do estudo, a adubação mineral não apresentou bons resultados, principalmente com o aumento da salinidade.

Observa-se que, as maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos com biofertilizante (B1 e B2). Porém, a menor produtividade observada em B3 pode ser fruto do volume excessivo aplicado do insumo, influenciando negativamente a solução nutritiva presente no substrato. Isso pode se dá especialmente pela elevada Condutividade elétrica oriunda naturalmente do biofertilizante.

Em geral, para todos os tratamentos com adubação, constata-se sensivelmente uma queda na produtividade do pimentão com o aumento excessivo da salinidade da água de irrigação, sobretudo a partir do incremento de 25% do rejeito, ou seja, uma salinidade de 3 dSm^{-1} .

Lima et al. (2014) constataram que a mistura de água e a alternância de águas de salinidades diferentes podem ser alternativas para o uso de água salina na irrigação do pimentão. Os autores chegaram a essa conclusão ao observar produtividades estatisticamente iguais, ao irrigar com águas de CE de 0,5 dS m^{-1} e 3,5 dS m^{-1} . Os tratamentos consistiram em aplicar (i) somente água de baixa salinidade, (ii) aplicar simultaneamente em proporções iguais as águas disponíveis e (iii) aplicar alternadamente as águas disponíveis.

4.3. Teores de elementos minerais nas plantas de pimentão

A partir dos resultados da análise de variância de acúmulo de nutrientes (Tabela 12) das variáveis N, P, K, Ca, Mg e Na nas folhas, caule e raiz da planta de pimentão aos 75 DAT, observou-se que houve interação significativa da adubação versus salinidade para N, P, K, Ca e Na, nas folhas e caules e que nas raízes a interação foi significativa para P, K, Ca, Mg e Na. Os teores acumulados de N, P, K, Ca e Na apresentaram efeito isolado para salinidade nas folhas e caule, na raiz o efeito para P, K, Ca, Mg e Na. Já a adubação apresentou efeito isolado para os teores de N, P, K, Ca e Na; P, K, Ca, Na e N, P, K, Ca, Mg e Na, nas folhas, caule e raiz, respectivamente.

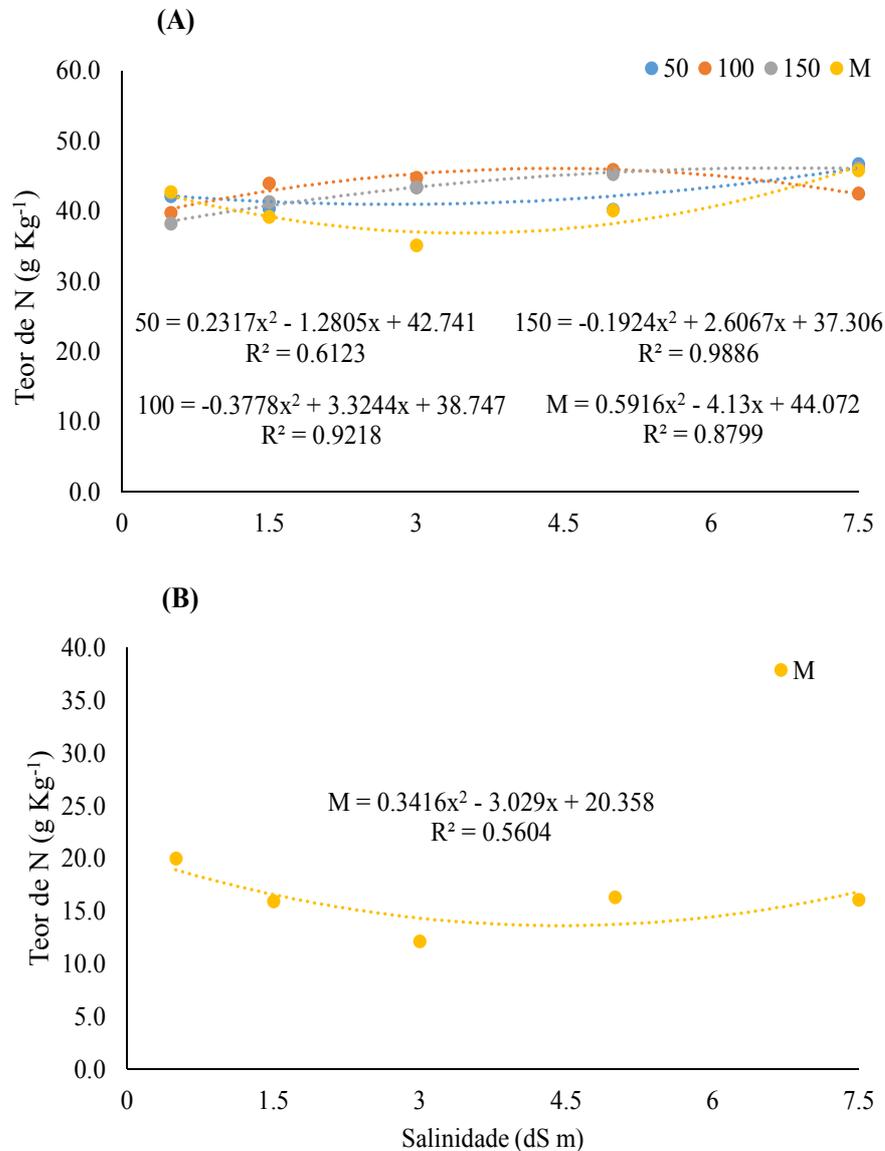
Tabela 12: Resumo da análise de variância para variáveis de acumulo de nutrientes da folha, caule e raiz do pimentão aos 75 DAT. Limoeiro do Norte, CE, 2014.

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio						
		(N)	(P)	(K)	(Ca)	(Mg)	(Na)	
FOLHA	Adubação (A)	3	22,226 **	7,042 **	728,393 **	22,433 **	0,202 ns	772295,4 **
	Salinidade (S)	4	40,055 **	1,927 **	45,310 **	19,311 **	0,035 ns	1003024,6 **
	A x S	12	25,541 **	2,171 **	127,391 **	19,327 **	0,055 ns	481859,1 **
	Bloco	2	3,412 ns	0,038 ns	3,787 ns	0,044 ns	1,684 ns	699,7 ns
	Resíduo	38	2,167	0,0415	1,515	0,037	1,066	660,33
CV (%)		3,48	4,28	1,75	0,99	11,65	5,58	
CAULE	Adubação (A)	3	1,032 ns	12,231 **	43,254 **	3,305 **	3,022 ns	11070397,3 **
	Salinidade (S)	4	16,549 **	0,074 **	7,741 **	2,880 **	1,593 ns	61147670,0 **
	A x S	12	8,732 **	1,359 **	129,944 **	4,549 **	3,626 ns	10473590,6 **
	Bloco	2	0,301 ns	0,001 ns	2,441 ns	0,001 ns	43,955 **	119877,1 ns
	Resíduo	38	0,289	0,014	1,360	0,101	4,475	72385,2
CV (%)		3,31	3,42	2,38	4,9	21,93	4,59	
RAIZ	Adubação (A)	3	26,007 *	32,723 **	160,200 **	11,054 **	3,846 **	53556345,8 **
	Salinidade (S)	4	17,618 ns	1,744 **	187,42 **	5,502 **	1,081 **	83453833,9 **
	A x S	12	11,692 ns	3,278 **	59,814 **	25,169 **	1,514 **	10761969,4 **
	Bloco	2	7,094 ns	0,179 *	1,616 ns	0,327 ns	0,002 ns	154840,3 ns
	Resíduo	38	8,254	0,053	0,708	0,125	0,016	168794,7
CV (%)		10,55	3,06	3,18	2,58	2,22	2,68	

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação

O teor de nitrogênio nas folhas apresentou comportamento quadrático para todas as adubações, com média geral de 42,34 g kg⁻¹ (Figura 14-A). A adubação mineral em solução nutritiva, constituiu regressão quadrática com declínio no teor de N para a salinidade de (3,0 dS m⁻¹) nas folhas e no caule voltando a crescer nos demais níveis salinos (Figura 14-B).

Figura 14: Teores de N nas folhas (A) e no caule (B) da cultura do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.



Fonte: Elaboração pelo autor.

Esse resultado da adubação mineral corrobora com os resultados encontrado por Silva et al, (2014), cultivando o pimentão em dois diferentes tipos de solo (Cambissolo e Argissolo) irrigado com águas de diferentes níveis salinos (0,59; 2,75; 5,0 dS m⁻¹). Esses autores verificaram que no Argissolo o teor de N foi menor no nível intermediário de salinidade (2,75 dS m⁻¹), enquanto, que os extremos que são o menor e o maior nível salino (0,59 e 5,0 dS m⁻¹) foram estatisticamente semelhantes.

De acordo com Villas Bôas (2001), a faixa de N recomendada para a cultura está entre 36 e 38 g kg⁻¹; nesse caso, observa-se que as plantas não sofreram deficiência deste

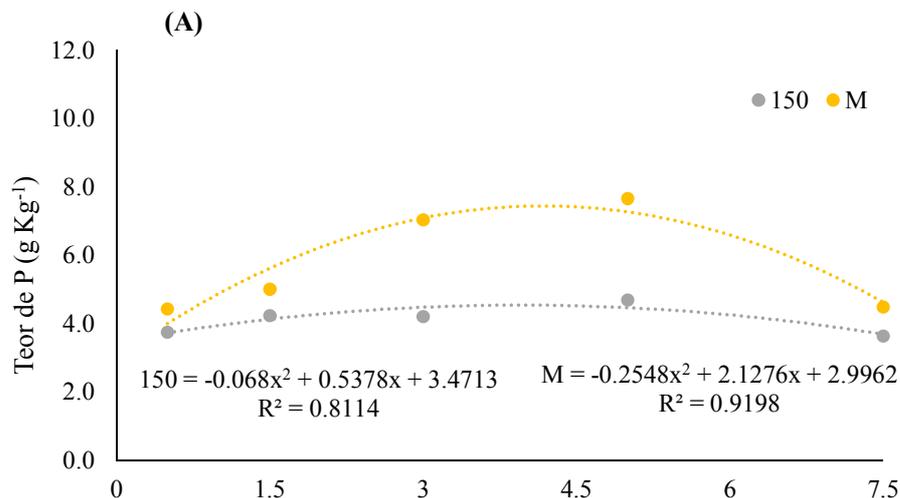
elemento entre os tratamentos. Provavelmente a adubação mineral recomendada e as dosagens de biofertilizante anaeróbico evidenciaram maior aporte de N.

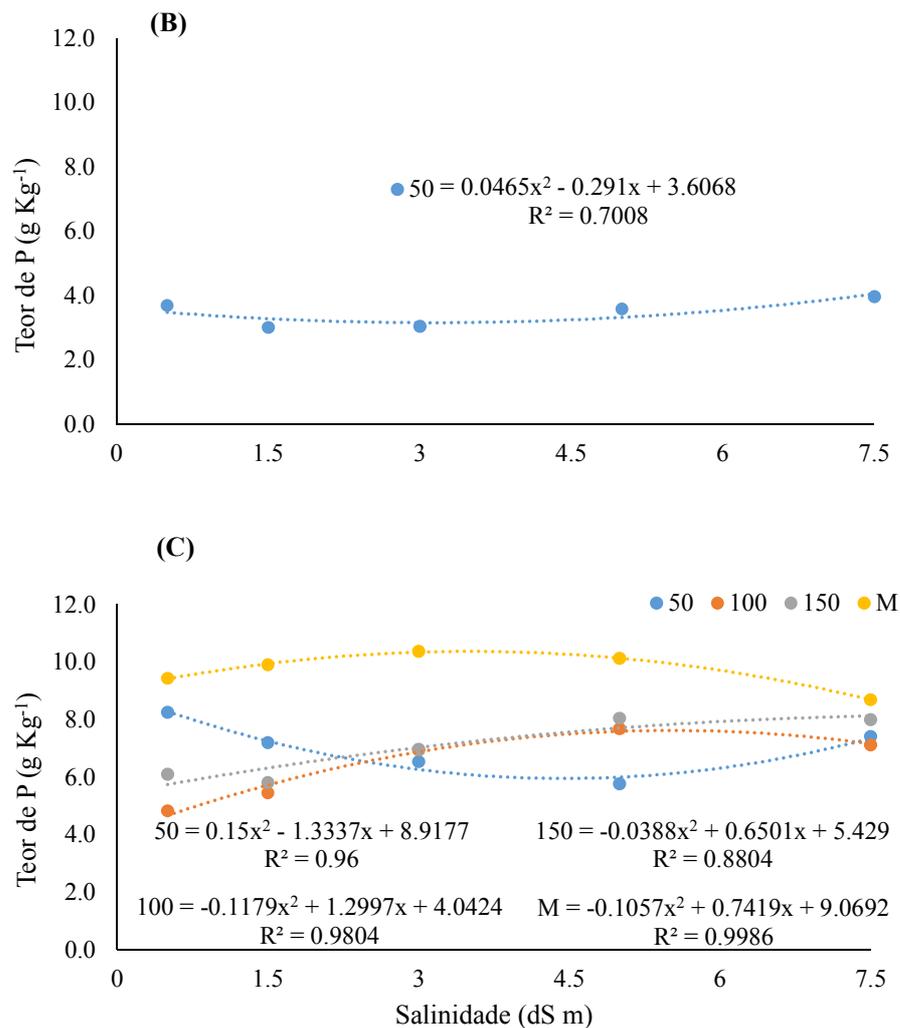
Santos et al. (2010) afirmam que a maioria dos estudos indica que a absorção ou acumulação de nitrogênio na parte aérea pode ser reduzida pelas condições de salinidade, o que não foi o caso para o presente estudo.

Vários estudos avaliando efeito do nitrogênio nas plantas apontam que este nutriente atua intensamente no desenvolvimento vegetal, resultando em aumento de biomassa vegetal, explicado pelo aumento da capacidade fotossintética ativa (OLIVEIRA et al., 2011; SILVA et al., 2014).

Diferente do nitrogênio, o fósforo apresentou seus maiores valores no sistema radicular das plantas de pimentão seguido pela folha e por último no caule como mostram as regressões apresentadas na Figura 15. A salinidade da água de irrigação não inibiu o crescimento deste elemento cuja concentração adequada recomendada para a cultura do pimentão segundo EMBRAPA (2009) e as constatadas por (VILAS BÔAS, 2001) está entre 4 a 8 (g kg⁻¹) e média de 3 (g kg⁻¹), respectivamente.

Figura 15: Gráfico de regressão para teores de P nas folhas (A), caule (B) e raiz (C) da cultura do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.





Fonte: Elaboração pelo autor.

A adubação mineral foi a que apresentou os maiores teores de P, dentro da faixa recomendada citada, com média de 9,7 e 5,7 (g kg⁻¹) para raiz e folha respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os de Silva et al. (2011), Farias et al. (2009), Sousa et al. (2007) Lacerda et al. (2006), em plantas de feijão-de-corda, sorgo forrageiro e gliricídia, irrigadas com águas salinas.

Silva et al. (2011), avaliando a interação entre salinidade e biofertilizante, verificaram que a presença de biofertilizante líquido bovino elevou os teores de P, em relação às plantas não supridas com esse insumo orgânico, tanto em folhas como em caules de plantas de feijão-de-corda.

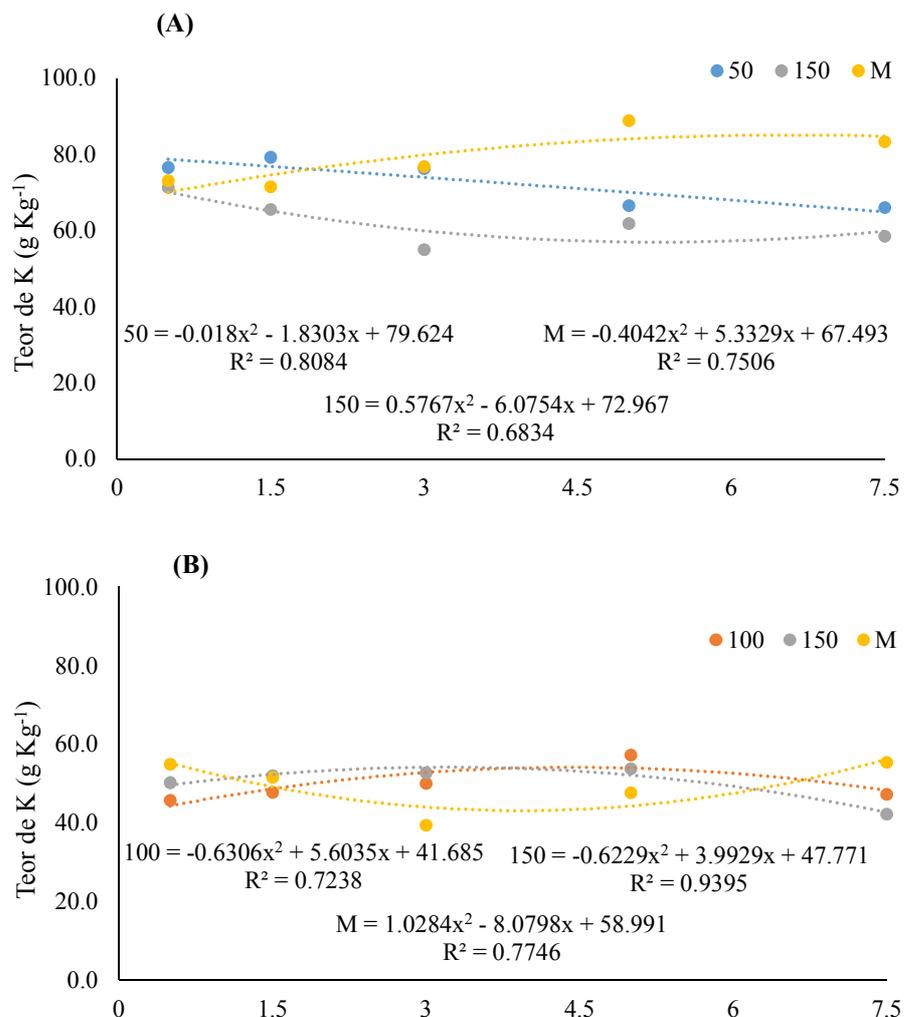
Resultados diferentes, com reduções nos teores foliares de fósforo sob estresse salino foram constatados por Ferreira et al. (2007). De acordo com os autores, a salinidade reduziu a concentração de P nos tecidos das plantas de milho, em virtude da força iônica reduzir a

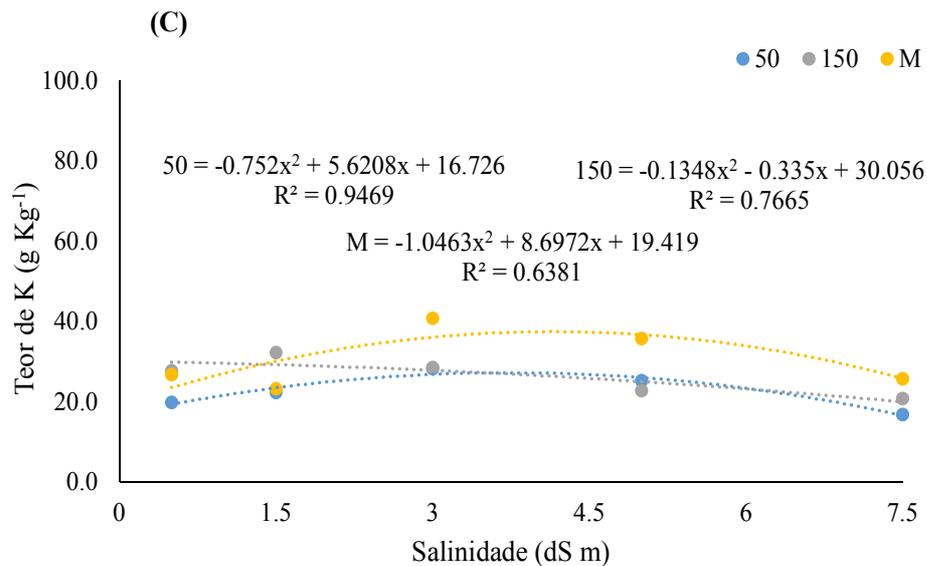
atividade de fosfato na solução do solo e pela diminuição da solubilidade do nutriente com o aumento da concentração de NaCl no ambiente radicular (Sousa et al., 2010).

Silva et al. (2014) também corroboram com esses resultados, pois verificaram que houve aumento do teor de P em folhas de pimentão com o incremento da salinidade. Grattan & Grieve (1999) afirmam que a interação entre a salinidade e a nutrição mineral do íon fósforo em plantas é complexa e dependente da espécie e da cultivar.

Os teores de K variaram nas partes da planta com média geral entre os tratamentos de 70,4; 49 e 26,5 (g kg⁻¹) para folha, caule e raiz. As folhas apresentaram superioridade na partição dos teores deste elemento (Figura 16).

Figura 16: Teores de K na folha (A), caule (B) e raiz (C) da cultura do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.





Fonte: Elaboração pelo autor.

Observa-se que os teores de K estão acima da faixa adequada para o pimentão (30,0 - 50,0 e 35,0 - 45,0 g kg⁻¹) conforme (EMBRAPA 2009) e (JONES JÚNIOR *et al.*, 1991). Este íon desempenha importantes funções em plantas sob condições de estresse, como nas propriedades osmóticas, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas, transporte de carboidratos entre outros (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Os teores de potássio na matéria seca do pimentão de todos os tratamentos salinos ajustaram-se ao modelo quadrático com superioridade para as folhas do tratamento mineral.

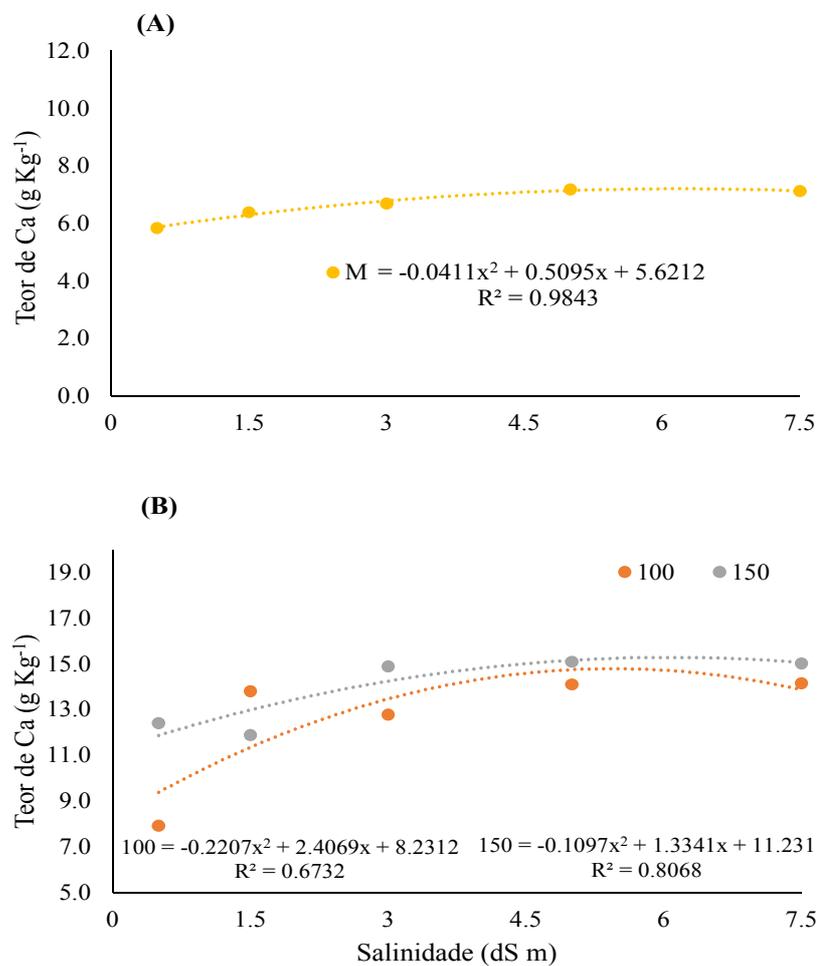
Com relação ao biofertilizante, Borges (2012) e Alves *et al.* (2009), investigando diferentes tipos e diferentes doses de biofertilizante bovino na cultura do pimentão, não verificaram efeito significativo para os teores foliares de potássio. O aumento da concentração de sódio no meio radicular pode inibir a absorção de potássio devido a relação competitiva entre esses cátions monovalentes, Kawasaki *et al.* (1983), o que não se verifica no presente estudo.

Para os teores de Ca houve um comportamento complexo em decorrência da instabilidade para se ajustar aos modelos matemáticos. As folhas da planta de pimentão não apresentaram significância para nenhum dos tratamentos com biofertilizante nem para o tratamento mineral. Observa-se, quando se trata de partição, que o maior aporte deste nutriente encontra-se na raiz, sendo que as folhas é o principal órgão da planta, em termos de avaliação nutricional.

O caule apresentou significância para o tratamento com adubação mineral, o modelo de regressão que melhor se ajustou foi a quadrática apresentando R^2 de 0,98 (Figura 17-A). Na raiz observa-se o mesmo comportamento para regressão, porém com crescimento nos teores de Ca para os níveis mais salinos, com a aplicação de biofertilizante com 100 e 150% da recomendação.

Relatos da literatura tem demonstrado que o aumento da salinidade pode induzir a deficiência de Ca nos diversos órgãos da planta (FARIAS, 2008). Desta forma, Ferreira et al. (2001) verificaram reduções nos teores de Ca nas folhas e em caules de goiabeira em função da aplicação de níveis crescentes de NaCl. O Ca é um elemento essencial para a integridade da membrana plasmática das células vegetais, e sua deficiência pode levar a perda da integridade da membrana, afetando desta forma a absorção de íons, principalmente o K (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Figura 17: Teores de Ca no caule (A) e raiz (B) da cultura do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.



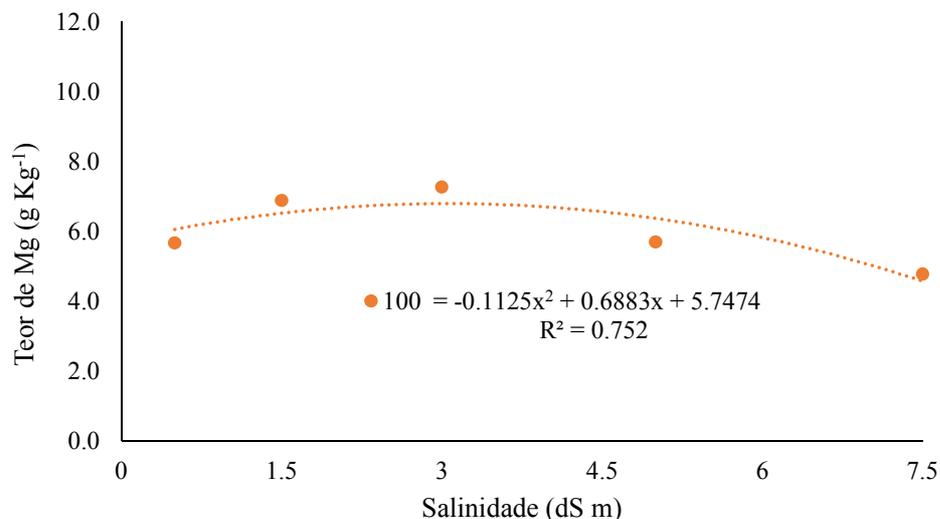
Fonte: Elaboração pelo autor.

Sousa et al. (2010) observaram aumento do teor de Ca com a salinidade de 5,0 dS m⁻¹ para as folhas e colmo do milho. Outros autores corroboram com esses estudos, Silva et al. (2011) e Garcia et al. (2007), em condições de casa de vegetação, bem como Sousa et al. (2010) e Neves et al. (2009) em condições de campo, verificaram aumento da concentração de Ca na parte aérea de plantas de milho e de feijão-de-corda, cultivadas em ambientes salinos.

Silva et al. (2011), citando Sousa et al. (2007) relatam que a principal causa da discrepância em relação aos efeitos da salinidade na aquisição de Ca pelas plantas pode estar relacionada às diferenças na composição da solução salina empregada no estudo. Os autores verificaram ainda que a presença do biofertilizante proporcionou menores teores de Ca nas folhas, e que o insumo não afetou os teores de nutriente nos caules.

Os teores de magnésio não apresentaram efeito significativo na interação adubação versus salinidade nem efeitos isolados, para as folhas e caule das plantas de pimentão (Tabela 10). Porém para o sistema radicular houve significância para a interação e para os efeitos isolados. A figura 18 mostra a curva de regressão para a adubação com 100% da recomendação, em que os teores de Mg tenderam a decrescer com a elevação da salinidade na água de irrigação.

Figura 18: Teores de Mg na raiz da cultura do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.

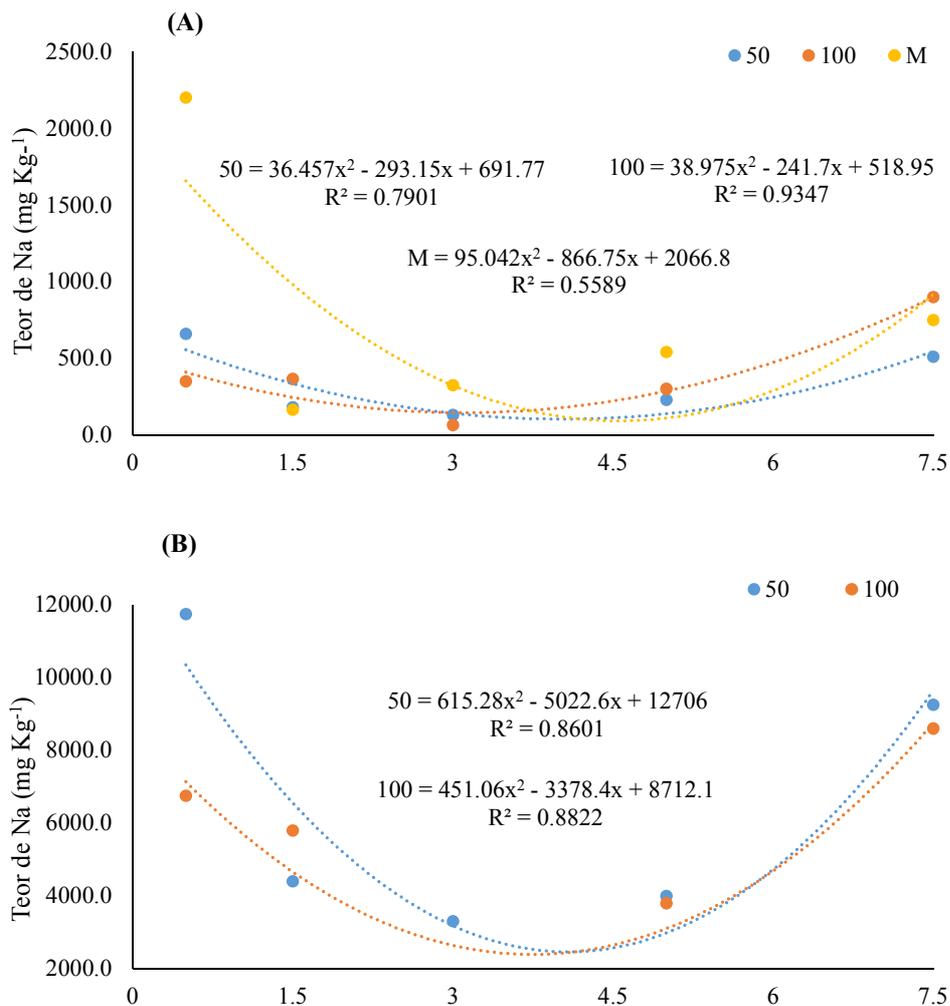


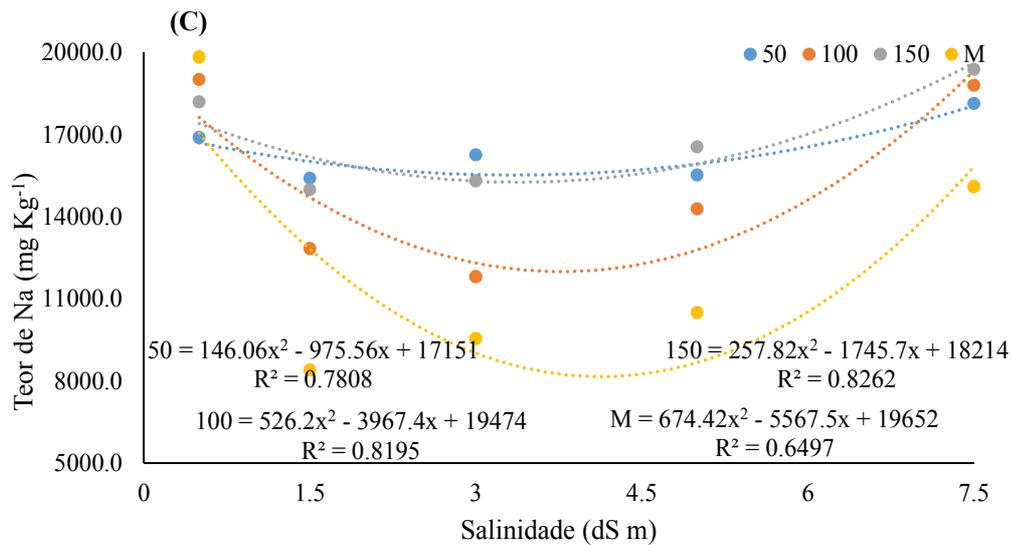
Fonte: Elaboração pelo autor.

Sousa et al. (2010), estudando a salinidade na cultura do milho, observaram que não houve efeito significativo para os teores de mg nas folhas. Diferentemente, Farias et al. (2009) trataram mudas de gliricídia com 0, 100, 200 e 400 mmol L⁻¹ de NaCl em solução nutritiva e verificaram redução gradativa de Mg no sistema radicular das mudas.

Ocorreu efeito significativo para os teores de sódio na cultura do pimentão nas diferentes partes estudadas aos 75 DAT, cujo comportamento pode ser visualizado na Figura 19. As respostas para os teores de sódio foram polinomiais de segunda ordem para todos os tratamentos. Verificam-se excessivas acumulações do elemento na raiz em relação ao caule e principalmente as folhas. Observa-se também que a salinidade de 7,5 dS m⁻¹ (S5) apresentou elevado acúmulo deste íon, em relação aos tratamentos S2, S3 e S4 para todas as adubações.

Figura 19: Teores de Na na folha (A), caule (B) e raiz (C) da cultura do pimentão aos 75 DAT, cultivado em hidroponia com rejeito de dessalinizadores sob fertilização orgânica e mineral. Limoeiro do Norte, CE, 2014.





Fonte: Elaboração pelo autor.

Estes resultados corroboram com os observados por Farias et al. (2009), em trabalhos com glirícidia em solução salina, onde verificaram que quando se adicionou NaCl a solução, a concentração de sódio aumentou consideravelmente com efeito mais evidenciado na raiz, evitando sua translocação para as folhas e reduzindo possíveis danos a estas. Segundo Cramer et al. (1994), o sódio desloca o cálcio da plasmalema das células radiculares, resultando em uma perda da integridade da membrana e efluxo citossólico de solutos orgânicos e inorgânicos.

Neto et al. (2012), avaliando estratégias de manejo da salinidade na cultura do melão, com duas cultivares diferentes (Sancho e Medellin), observaram que ambas as cultivares apresentaram maior teor deste elemento no caule em relação as folhas e constataram também que os maiores acúmulos de Na se encontravam em condições de alta salinidade. Silva et al. (2014), estudando a salinidade na cultura do pimentão, verificaram que no solo (Argissolo) houve aumento do íon sódio em função do aumento da CE e justificam esse resultado pela abundância desse elemento na água de irrigação.

Igualmente, outros autores estudando a cultura do feijão de corda sob estresse salino, verificaram que os teores de Na foram maiores no caule em comparação com as folhas (SILVA et al., 2011 e NEVES et al., 2009).

5. CONCLUSÕES

Nas condições estudadas, salinidade e adubação com biofertilizante e mineral não influenciaram significativamente no crescimento em altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas aos 75 DAT.

Já a produção de massa seca da folha, caule, raiz e total foram influenciadas, com redução de massa nos níveis mais salinos, para a massa seca das folhas e total.

A produtividade do pimentão foi influenciada ao nível de 1% com valor máximo de 165g por planta na aplicação de biofertilizante com 50% da recomendação.

As características nutricionais foram influenciadas com a interação salinidade x adubação, na partição houve maiores teores de N e K nas folhas com concentrações acima das recomendadas para a cultura e P, Ca, Mg e Na no sistema radicular.

A adubação com 50% da recomendação promoveu crescimento e desenvolvimento da cultura do pimentão quando utilizada com níveis moderados de salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) na água de irrigação.

6. REFERÊNCIAS

ALDRIGHI, C. B.; ABREU, C. M.; PAGLIA, A. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; FERNANDES, H. S. Efeito da aplicação de biofertilizante e urina de vaca em mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, 2002. Suplemento 2

AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of soilless grown bell eppercultivars to salinity. **Acta Horticulturae**, v.807, p.227-232, 2009.

ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B. de; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e Microrganismos na Proteção de Plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.21, junho/agosto, p.16-21, 2001.

ALVES, Gibran Silva et al. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, p. 661-665, 2009.

ALVES, Márcio S. et al. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 491-498, 2011.

ALMEIDA, J. P. N. et al. **Crescimento do pimentão submetido a diferentes níveis de salinidade e fases de exposição**, In: II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING. 2014. Anais... Fortaleza, **INOVAGRI**, 2014.

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

AMOR, F.M. DEL; MARTINEZ, V.; CERDA, A. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon plants grown in perlite. **HortScience**, v.34, n.7, p.1234-1237, 1999.

AMORIM, D. M. B. et al. Avaliação de diferentes níveis de salinidade da água utilizada na produção de forragem hidropônica de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.339-342, 2005.

ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A.P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, E. E. S. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.466-470, 2007.

ARAÚJO, A. S. F. e MELO, W. J. Soil microbial biomass in organic farming system. **Ciência Rural on line**, ISSN 0103-8478, Santa Maria, RS, 2010.

BAGHALIAN, K.; HAGHIRY, A.; NAGHAVI, M. R.; MOHAMMADI, A. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita L.*). **Scientia Horticulturae**, v.116, p.437-441, 2008.

BORTOLOZZO, A.R. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 24p. (Circular Técnica).

BORGES, F.R.M. **Cultivo do pimentão sob água tratada por energização e doses de biofertilizante**. 2012. 98f. Dissertação (Mestrado)-Centro de ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, 2012.

CAMPOS, JHB da C. et al. Evapotranspiração e produtividade da mangueira sob diferentes tratamentos de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 150-156, 2008.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SOUSA, G. G.; MOTA, J.K.M. Crescimento inicial da mamoneira em resposta à salinidade e biofertilizante bovino. **Revista Magistra**, v. 21, n. 01, p. 41-47, 2009.

CAMPOS, Vinícius Batista; CAVALCANTE, Lourival Ferreira. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **HOLOS-ISSN 1807-1600**, v. 2, p. 10-20, 2009.

CARRIJO, O.A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.5-9, jan.-mar. 2004.

CAVALCANTE, L. F., VIERIA, 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**, v. 32, n. 01, p. 251-261, 2010.

CEASA – CENTRAL DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <<http://www.ceasa.gov.br/precos.php?TIP=1&P01=5&P02=1&P03=0&P04=0&GeraLS=XLS&GeraHTM=HTML&GeraHPB=HTML+Preto/Branco&GeraPDF=PDF&GeraPPB=PDF+Preto/Branco>> acesso em: 13 jan. 2014.

COSME, Christiano R. et al. Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 499-504, 2011.

CRAMER, G.R.; ALBERICO, G.J. & SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Austr. J. Plant Physiol.*, 21:675-692, 1994.

DELEITO CSR; CARMO GF; ABBOUND ACS; FERNANDES MCA. 2000. Sucessão microbiana durante o processo de fabricação do biofertilizante Agrobio. In: FERTBIO 2000. Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo e da Sociedade Brasileira de Microbiologia, CD-ROM

DIAS, N. da S. et al. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 755-761, 2010.

DIAS, Nildo da S. et al. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 991-995, 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS). Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi. 2006. Disponível em: <<http://201.30.148.11/~apoena/php/projetos/projetos.php>> Acesso em 22 set. 2011.

EMATERCE. Relatório da safra 2010 no Estado do Ceará. Fortaleza, 2011. 15 p.

Epstein, E. e Bloom, A.J. (2006) - **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina, Editora Planta, 403 p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica. 2ª edição revista e ampliada. 2009.

FARIAS, S. G. G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.))**. 61f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2008.

FARIAS, Séfora Gil Gomes de; SANTOS, Diércules Rodrigues dos; FREIRE, Antonio Lucineudo de Oliveira e SILVA, Romário Bezerra e. **Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva⁽¹⁾**. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. 2009, vol.33, n.5, pp. 1499-1505. ISSN 0100-0683.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 242 p. 2008.

FREIRE, José Lucínio de Oliveira et al. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.

FERREIRA, Raimundo Gonçalves; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, Fernando Felipe Ferreyra. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.

FERREIRA, P. A. et al. Produção relativa do milho e teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. [Mayze relative production and leaf contents of nitrogen, phosphorus, sulfur and chlorine as a function of the soil salinity]. **Revista ciência agrônômica (Brasil)**. v. 38, n. 1, p. 7-16, 2007.

FERREIRA, D. F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FURLANI, P. R. et al. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p. (Boletim Técnico, 180).

GARCIA-SANCHEZ, F.; Jifon, J.L.; CARVAJAL, M. e SYVERTSEN, J.P. (2002) - Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na⁺ and Cl⁻ accumulation in *Sunburst mandarin* grafted on different Rootstocks. **Plant Science**, 162:705-712.

GARCIA, G. O. FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, F. G.; SANTOS, D. B. Índices fisiológicos, crescimento e produção do milho irrigado com água salina. **Revista Irriga**, v. 12, n. 03, p. 307-325, 2007.

GÁZQUEZ, R. **Manejo del pimiento em cultivo sin suelo**. ETIFA-Escuela Tecnológica de Investigación e Formación Agrícola, Espanã, Almeria, 7 p. 2006.

GOMES, Jonath Werissimo da Silva et al. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 850-856, 2011.

GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Coord.). Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. 319p.

GUIMARÃES, J. W. A. **Produção Orgânica Irrigada e Rentabilidade do Pimentão Amarelo sob diferentes Ambientes e Dosagens de Biofertilizante**. Fortaleza. 2013, 136 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Ceará.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v.78, p.127-157, 1999.

IBGE/SIDRA. Levantamento sistemático da produção agrícola. 2010. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em 03 jun. 2012.

JONES JÚNIOR, JB; WOLF B; MILLS HA. 1991. Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. **Athens: Micro-Macro**, 213p.

KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil**, v.75, p.75-85, 1983.

LACERDA, C.F.; CAMBRA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A. e PRISCO, J.T. (2003) - Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, 49, 2:107-120.

LACERDA, Claudivan Feitosa et al. Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 258-263, 2006.

LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; SILVA, F. L. B.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, G. L.; CAVALCANTE, L. F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.4, p.663-675, 2011.

DE LIMA, Priscila A. et al. Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 1, n. 1, p. 73-80, 2007.

LIMA, BL de C. et al. **Influência da salinidade no desenvolvimento inicial do pimentão cultivado em dois tipos de solos**. Inovagre Internacional Meeting & Winotec, Fortaleza-CE, 2012.

LIMA, L.A. et al. Rendimento de frutos de pimentão sob estresse salino parcial do sistema radicular, In: II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING. 2014. Anais... Fortaleza, **INOVAGRI**, 2014. p. 5272-5278. <http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a710>

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

MARCUSSI, F. F. N.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso da fertirrigação na eficiência de aproveitamento de N e K pelo pimentão sob condições de cultivo protegido. In: Congresso Brasileiro de Fertirrigação, 1, 2003, João Pessoa. Anais...João Pessoa: UFPB, [s.n.], 2003. CD Rom

MEDEIROS, R. F. et al. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n5, p.505-511, 2011.

MEDEIROS, W. K. B. & MEDEIROS, A. J. D. Tecnologias alternativas de aproveitamento de água no semiárido visando à sustentabilidade. **Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva**. Campina Grande-PB, 2012.

MELO, S.C.; PEREIRA, H.S., VITTI, G.C. Efeito de fertilizantes orgânicos na nutrição e produção do pimentão. *Horticultura Brasileira*, v.18, n.3, p.200- 203, 2000.

MENDLINGER, S.; PASTERNAK, D. Effect of time of salinization on flowering, yield and fruit quality factors in melon, *Cucumis melo* L. *Journal of Horticultural Science*, v.67, n.4, p.529-534, 1992.

MODARRES, R.; SILVA, V. de P. R. da. Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran. **Journal of Arid Environments**, Roxby Downs, v. 70, n. 2, p. 344-355, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.12.024>

NASCIMENTO, José Adeilson Medeiros et al. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina-DOI: 10.5039/agraria.v6i2a1069. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. DA.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v.39, p.758-765, 2009.

NETO, CPCT et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no meloeiro irrigado sob estratégias de manejo da salinidade. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 16, n. 10, p. 1069-1077, 2012.

NUNES, Renato Leandro Costa et al. EFEITOS DA SALINIDADE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NA PRODUÇÃO DE PIMENTÃO CULTIVADO EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 48-53, 2013.

OLIVEIRA, Bernardete C. et al. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 01, p. 11-16, 2007.

OLIVEIRA, Francisco de Assis et al. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade-DOI: 10.5039/agraria. v 6i1a807. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 6, n. 1, p. 37-45, 2011.

OLIVEIRA, J. R. **Uso de Biofertilizantes na Produção de Pimenta Dedo de Moça**. Teresina. 2012, 136 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Departamento de Fitotecnia– Universidade Federal do Piauí.

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.

PAULUS, Dalva et al. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 29-35, 2010.

PENTEADO, S. R. Adubação orgânica: compostos orgânicos e biofertilizantes. 2. ed. Campinas, 2007.162 p.

PRADO, R.M. Nitrogênio. In: Prado, R.M. (ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Editora UNESP, p. 83-119. 2008.

PRATES, H. S.; MEDEIROS, M. B. de. “MB-4”. Entomopatógenos e biofertilizantes na citricultura orgânica. Campinas: SAA/ Coordenadoria de defesa Agropecuária. 2001. Folder.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). *Capsicum*, pimentas e pimentões no Brasil. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. 113 p.

REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. **Plant analysis: a interpretation manual**. 2 (Ed.). Callingwood: CSIRO, 1997. 572p.

RIBEIRO, G.L.; LOPES, J.C.; MARTINS FILHO, S.; RAMALHO, S.S. Adubação orgânica na produção de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.2, p.134- 137, 2000.

REBEQUI, Alex Matheus et al. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 219-228, 2009.

RUBIN, H.; RUBIN, A.; REUTER, C.; KÖNGETER, J. Sustainable Integrated Water Resources Management (IWRM) in a Semi-Arid Area. **International Journal of**

environmental, cultural, economic and social sustainability, Austrália, v. 2, n. 3, p. 165-179, 2006.

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; CAMPOS, V. B.; DINIZ, A. A. Caracterização de frutos de maracujazeiro-amarelo em solo tratado com “biofertilizante supermagro” e potássio. **Revista Magistra**, v. 20, n. 3, p. 264-272, 2008.

SAMINÊZ, T.C. de O. Produção orgânica de alimentos. *Horticultura Brasileira*, v. 17, n. 3, contracapa, 1999.

SANTOS, A. C. V. dos. A ação múltipla do biofertilizante líquido como fertifitoprotetor em lavouras comerciais. In: HEIN, M. (org). ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: CONTROLE ECOLÓGICO DE PRAGAS E DOENÇAS. 2001. Resumos... Botucatu, **Agroecologica**, 2001. p.91-96.

SANTOS, Alexandre N. et al. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 961-969, 2010a.

SANTOS, Rafaelly Suzanye da Silva et al. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT; Use of the desalted wastewater for lettuce (*Lactuca sativa* L.) production in NFT hydroponic system. **Ciênc. agrotec.,(Impr.)**, v. 34, n. 4, p. 983-989, 2010.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 842-849, 2011.

SANTOS, ACV dos; AKIBA, F. Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa. **Seropédica: UFRRJ**, 1996.

SANTOS, D. B. et al. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Idesia**, Santiago, v.30, n.2, p.69-74, maio/ago. 2012.

SAVVAS, D.; STAMATI, E.; TSIROGIANNIS, I. L.; MANTZOS, N.; BAROUCHAS, P. E.; KATSOULAS, N.; KITTAS, C. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. *Agricultural Water Management*, v. 91, n. 1, p. 102-111, 2007.

SILVA, A. B. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BLANCO, F.F. Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife. v.3, n.4, p.354-359, 2008.

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**, v.15, n.04, p.383-389, 2011.

SILVA, José Leôncio de Almeida et al. Teores foliares no pimentão submetido à estrese salino em diferentes solos. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIARIDO**, v. 10, n. 2, p. 77-82, 2014.

Silveira, J.A.G.; Silva, S.L.F.; Silva, E.N. e Viegas, R.A. (2010) - Mecanismos envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. *In: Gheyi, H.R.; Dias, N. S.; Lacerda, C.F. (Eds) - Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade - INCTSal, p. 161 – 180.

SOARES, T. M.; SILVA, I. J. O. DA; DUARTE, S. N.; SILVA, Ê. F. DE F. e. Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.730-737, 2006.

SOARES, T. M.; SILVA, E.F.F.; DUARTE, S.N.; MELO, R.F.;JORGE, C.A.;BONIM-SILVA, E.M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hdiripônico. **Revista irriga**, n.2 v.12 p.235-248, 2007

SOARES, Tales M. et al. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 705-714, 2010.

Souza, F. Irrigação, desenvolvimento e tecnologia. Fortaleza: **Imprensa Universitária**, 2000. 94 p

SOUSA, R. A.; Lacerda, C. F. de; Filho, J. A.; Hernandez, F. F. F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1 p.75-82. 2007

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.1143-1151, 2010.

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

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. Manual de horticultura orgânica. Viçosa: Aprenda facil. 2003. 564 p 11.

SOUSA, Geocleber Gomes et al. IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA CULTURA DO AMENDOIM EM SOLO COM BIOFERTILIZANTE BOVINO. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 89-94, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006. 722p.

TIVELLI SW. **A cultura do pimentão**. In: GOTO, R.; TIVELLI S, W. (Org.). Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: FUNEP, 319 p, 1998.

VILLAS BOAS, R. L. **Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação.** 2001. 123 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

WAHOME, P. K.; Jesch, H. H. e Grittner, I. (2001) - Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* Major and *R. rubiginosa*. *Scientia Horticulturae*, 87:207-216.