

JULIANA BEZERRA MARTINS

**RELAÇÕES HÍDRICAS E PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DA SALSA
UTILIZANDO ÁGUAS SALOBRAS COM DIFERENTES CÁTIONS**

RECIFE-PE

FEVEREIRO DE 2019

JULIANA BEZERRA MARTINS

**RELAÇÕES HÍDRICAS E PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DA SALSA
UTILIZANDO ÁGUAS SALOBRAS COM DIFERENTES CÁTIOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientador:

José Amilton Santos Júnior

**RECIFE-PE
FEVEREIRO DE 2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M386r Martins, Juliana Bezerra
Relações hídricas e produção hidropônica da salsa utilizando águas
salobras com
diferentes cátions / Juliana Bezerra Martins. – 2019.
83 f. : il.

Orientador: José Amilton Santos Júnior.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências.

1. Petroselinum crispum 2. Salinidade 3. Solução nutritiva 4. Solos – Manejo
I. Santos Júnior, José Amilton, orient. II. Título

CDD 631

JULIANA BEZERRA MARTINS

**RELAÇÕES HÍDRICAS E PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DA SALSA
UTILIZANDO ÁGUAS SALOBRAS COM DIFERENTES CÁTIONS**

Dissertação defendida e aprovada em 01 de Fevereiro de 2019 pela banca examinadora:

Prof. D.Sc. José Amilton Santos Júnior – UFRPE
(Orientador)

Prof. D.Sc. Hans Raj Gheyi – UFRB
(Membro externo)

Prof. D.Sc. Ênio Farias de França e Silva – UFRPE
(Membro interno)

Aos meus pais Romildo e
Jucleide Martins e ao meu irmão
Filipe Martins

DEDICO

v

“Porque Dele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente.
Amém”

(Romanos 11:36)

Agradecimentos

Agradeço a Deus, que me deu o dom da vida, autor e consumidor da minha fé, meu melhor amigo, meu guia, que não me deixa só, me guarda e me livra de todo mal, tudo que eu falar ainda será pouco perante ao que Ele representa para mim.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e em especial ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola e sua coordenação, pela oportunidade de cursar o mestrado.

A todo corpo docente do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola pelos conhecimentos transmitidos.

Ao meu orientador prof. José Amilton Santos Júnior pela amizade, parceria, conselhos, paciência e conhecimento transmitido durante toda a minha formação acadêmica, o senhor foi essencial nessa trajetória, agradeço a Deus por ter lhe colocado no meu caminho.

Aos meus pais Jucleide e Romildo Martins, bem como ao meu irmão Filipe Martins, por serem meu alicerce ao longo dessa caminhada, estando presentes em todos momentos, com certeza sem vocês não seria possível a realização desse trabalho.

Às minhas famílias Bezerra e Martins, por todo amor e carinho que sempre me deram e o apoio incondicional.

Ao meu namorado Monisson Costa, que reapareceu na minha vida como um presente de Deus, me auxiliando com sua generosidade ímpar, sendo um companheiro para todas as horas.

A todos que fazem e/ou fizeram parte da equipe hidroponia, Aderbal, Mirela, Gabi, Júnior, Salimo, Martiliana e Aline.

À Fernando e Victor que me ajudaram na condução do experimento, fazendo com que o trabalho árduo se tornasse prazeroso, agradeço ao empenho e amizade de vocês.

A todos os amigos do PGEA em especial a Lucas Leal, Sirleide Menezes, Anabel Calva, Caick Martins, Rodes Ângelo e Carlos Donato.

À minha igreja por todas as orações durante esses dois anos, em especial ao grupo luzes e a Jubam.

Aos meus amigos Carollyna Fragoso, Tathyane Marcelle, Marília Guabiraba, Sabrina Miranda, Érika Dinu, Letícia Helidiana e Micaelle Gomes pela amizade e pelo apoio.

E a todos que de forma indireta, contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Muito obrigada!

Sumário

Lista de figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1.1. Introdução.....	18
1.2. Salsa	19
1.2.1. Taxonomia, botânica e principais cultivares	19
1.2.2. Aspectos morfo-fisiológicos	20
1.2.3. Exigência nutricional	21
1.2.4. Exigência Hídrica.....	22
1.2.5. Importância da salsa: dos usos a aspectos econômicos.....	22
1.3. Uso de águas salobras na agricultura	24
1.3.1. Natureza catiônica das águas salobras	24
1.4. Efeito dos sais sobre as plantas	25
1.4.1. Efeito dos sais sobre as relações hídricas.....	26
1.4.2. Efeito dos sais sobre os aspectos fisiológicos	26
1.4.3. Efeito dos sais sobre a nutrição das plantas	27
1.5. Componentes do estresse salino em plantas.....	28
1.5.1. Componente osmótico.....	28
1.5.2. Componente iônico	29
1.5.3. Componente oxidativo	30
1.6. Cultivos hidropônicos	31
1.7. Objetivo Geral.....	32
1.8. Objetivos Específicos.....	32
1.9. Referências Bibliográficas	32
CAPÍTULO II	45
RELAÇÕES HÍDRICAS EM PLANTAS DE SALSA DESENVOLVIDAS EM SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALOBRAS DE FONTES CATIÔNICAS DISTINTAS	46
INTRODUÇÃO	47
MATERIAL E MÉTODOS	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
CONCLUSÕES.....	59
LITERATURA CITADA.....	60
CAPÍTULO III.....	64
PRODUÇÃO DA SALSA SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS PREPARADAS EM ÁGUAS SALOBRAS COM DIFERENTES NATUREZAS CATIÔNICAS	65

INTRODUÇÃO	66
MATERIAL E MÉTODOS	67
RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
CONCLUSÕES.....	78
LITERATURA CITADA.....	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83

Lista de figuras

Capítulo II

Figura 1. Vista do sistema hidropônico (A) e casa de vegetação utilizados (B).....48

Figura 2. Consumo hídrico médio de plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa num ciclo de 50 dias, expostas a soluções nutritivas salobras de diferentes naturezas catiônicas. Reposição com água de abastecimento (A) e com respectiva água salobra (B).....51

Capítulo III

Figura 1. Produção de salsa sob soluções nutritivas preparadas em águas salobras.....68

Figura 2. Condutividade elétrica da solução nutritiva sob reposição com água de abastecimento (A) e salobra (B) para as plantas de salsa (cv. Graúda portuguesa) cultivadas em hidroponia de baixo custo.....69

Figura 3. pH da solução nutritiva sob reposição com água de abastecimento (A) e salobra (B) para as plantas de salsa (cv. Graúda portuguesa) cultivadas em hidroponia de baixo custo.....70

Lista de Tabelas

Capítulo I	
Tabela 1. Teores de macronutrientes recomendados para a salsa.....	20
Tabela 2. Teores de micronutrientes recomendados para a salsa.....	20
Tabela 3. Composição química da água de alguns mananciais da região Nordeste.....	24
Capítulo II	
Tabela 1. Quantitativo de fertilizantes utilizados na solução nutritiva.....	49
Tabela 2. Eficiência do uso da água na produção de fitomassa fresca (EUA-FFPA) e seca da parte aérea (EUA-FSPA) das plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas às soluções nutritivas salobras preparadas em águas de naturezas catiônicas distintas, repostas com água salobra e de abastecimento.....	53
Tabela 3. Índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBPA) e relação fitomassa de raiz e parte aérea (r R/PA) de plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras preparadas em água com natureza catiônica distintas, repostas com água salobra e de abastecimento.....	55
Tabela 4. Teor de água na planta (TAP), parte aérea (TAPA) e raiz (TAR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras preparadas em água com natureza catiônica distintas, repostas com água salobra e de abastecimento.....	57
Capítulo III	
Tabela 1. Resultados da massa fresca total (MFT), da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras com naturezas catiônicas distintas e repostas com água de abastecimento.....	71
Tabela 2. Resultados da massa fresca total (MFT), da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras com naturezas catiônicas distintas e repostas com a respectiva água salobra.....	72
Tabela 3. Resultados da massa seca total (MST), da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), bem como o percentual de massa seca total (%MST), da parte aérea (%MSPA) e da raiz (%MSR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas	

preparadas em águas salobras com naturezas catiônicas distintas e repostas com água de abastecimento.....74

Tabela 4. Resultados da massa seca total (MST), da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), bem como o percentual de massa seca total (%MST), da parte aérea (%MSPA) e da raiz (%MSR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas preparadas e repostas em águas salobras com naturezas catiônicas distintas.....76

MARTINS, JULIANA BEZERRA. **Relações hídricas e produção hidropônica da salsa utilizando águas salobras com diferentes cátions**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Recife-PE

Autora: Juliana Bezerra Martins

Orientador: Prof. Dr. José Amilton Santos Júnior

RESUMO

A salsa é uma hortaliça folhosa bastante consumida no Brasil, mais de 90% da sua produção é realizada no semiárido brasileiro, caracterizado pelo alto teor de sais em suas águas, nas quais, existe uma variação nos cátions e ânions existentes e, as interações entre esses íons podem afetar a produção. Assim, objetivou-se com esse trabalho estudar as relações hídricas e a produção de plantas de salsa expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras com preponderância de diferentes cátions e com condutividade elétrica crescente, sob reposição com a respectiva água salobra e com água de abastecimento. Os experimentos foram realizados entre outubro de 2017 e fevereiro de 2018, em ambiente protegido na Universidade Federal Rural de Pernambuco (8° 01' 07" S e 34° 56' 53" O, e altitude de 6,5 m), e os tratamentos foram alocados em delineamento experimental inteiramente casualizado, num esquema fatorial 6 x 4, com cinco repetições. As plantas foram expostas a seis níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7; 6,7 dS m⁻¹) as quais foram preparadas em águas com preponderância de quatro cátions diferentes (NaCl, CaCl₂, KCl, MgCl₂). Foram conduzidos dois experimentos, em sequência, com estes tratamentos, no entanto, no experimento I a reposição do nível de solução nutritiva no reservatório, que decresceu em função do consumo hídrico, foi efetuada com água de abastecimento (0,12 dS m⁻¹) e, no experimento II, com as respectivas águas salobras, conforme tratamentos. As variáveis foram analisadas sob a égide das relações hídricas, a saber, consumo, eficiência e teor de água, bem como sob o aspecto da produção, a exemplo da massa fresca e seca da planta, parte aérea e raiz. Estes dados foram submetidos à análise de variância mediante teste F em 0,05 de probabilidade. Dentre as principais conclusões destaca-se que com o aumento sucessivo da condutividade elétrica da solução nutritiva a eficiência do uso da água e o teor de água das plantas foram mais afetados pelas águas com preponderância de MgCl₂, sob reposição com água de abastecimento e KCl, sob reposição com água salobra. Verificou-se também que dentre as naturezas catiônicas estudadas, as soluções à base de

NaCl foram menos prejudiciais às plantas sob reposição com água de abastecimento, enquanto sob reposição com água salobra, as soluções à base de CaCl_2 devido à precipitação encontrada nos reservatórios.

Palavras-chave: *Petroselinum crispum*, salinidade, cultivo sem solo, solução nutritiva.

MARTINS, J. B. **Water relations and hydroponic production of parsley using brackish water with different cations.** 2019. Dissertation (Master's degree in Agricultural Engineering) – Rural Federal University of Pernambuco, Postgraduate Program of Agricultural Engineering, Recife-PE.

ABSTRACT

The parsley is a hardwood crop widely consumed in Brazil, more than 90% of its production is carried out in the Brazilian semi-arid, characterized by the high content of salts in its waters, in which there is a variation in existing cations and anions, and the interactions between these ions can affect the production. Thus, the objective of this study was to study water relations and the production of parsley plants exposed to nutrient solutions prepared in brackish waters with preponderance of different cations and with increasing electrical conductivity, under replacement with the respective brackish water and municipal-supply water. The experiments were carried out between October 2017 and February 2018, in a protected environment at the Federal Rural University of Pernambuco (8°01'07" S; 34°56'53" W and altitude of 6,5 m), and the treatments were allocated in a completely randomized experimental design, in a factorial scheme (6x4) with five replications. The plants were exposed to six levels of electrical conductivity of the nutrient solution (1.7, 2.7, 3.7, 4.7, 5.7, 6.7 dS m⁻¹) which were prepared in waters with preponderance of four different cations (NaCl, CaCl₂, KCl, MgCl₂). Two experiments were conducted, in sequence, with these treatments, however, in experiment I, the nutrient solution level in the reservoir, which decreased as a function of the water consumption, was replaced with water supply (0,12 dS m⁻¹) and, in the experiment II, with the respective brackish waters, according to treatments. The variables were analyzed under the aegis of water relations, namely, consumption, efficiency and water content, as well as the production aspect, as the fresh and dry mass of the plant, shoot and root. These data were submitted to analysis of variance by means of an F test at 0.05 probability. Among the main conclusions is that with the successive increase of the electrical conductivity of the nutrient solution the water use efficiency and the water content of the plants were more affected by the preponderance of MgCl₂, under replenished with municipal-water supply and KCl, under replenished with brackish water. It was also verified that among the cationic natures studied, solutions based on NaCl were less harmful to the plants under replenished with supply water, while under replaced with brackish water, solutions based on CaCl₂ due to the precipitation found in the reservoirs.

Key words: *Petroselinum crispum*, salinity, cultivation without soil, nutrient solution.

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. Introdução

De acordo com o último censo agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2006, a maior parte dos alimentos que chegam à nossa mesa provém da agricultura familiar, que dispõe de 4.367.902 de estabelecimentos no país, o que corresponde a 84,4% do total e, salsa apresenta maior volume de produção em estabelecimentos considerados “pequenos” (menos de 200 ha) com aproximadamente 97,7% de sua produção realizada nesses locais (IBGE, 2006).

Boa parte desse tipo de atividade agrícola ocorre no semiárido brasileiro, ou seja, onde a água é um fator limitante para a produção. Produzir alimentos nestas condições pressupõe medidas de gestão e práticas apropriadas de uso e manejo da água e dos solos, devido à distribuição irregular da precipitação no tempo e espaço, altas taxas de evaporação, solos rasos e escassos recursos hídricos, o que limita o desenvolvimento da agricultura (BRITO et al., 2012; SANTOS et al., 2012).

Em consequência da escassez de águas superficiais, torna-se alternativo o uso de água subterrânea para o consumo humano e irrigação, além da construção de açudes com elevada capacidade de armazenamento de água nas proximidades de perímetros irrigados, locais cujo manejo inadequado da água tem implicado em problemas de salinização dos solos (FREIRE et al., 2014; MORAES et al., 2014), no caso do uso das águas subterrâneas, a elevada concentração de sais, por razões hidrogeológicas (BIONE et al., 2014), também tem implicado no mesmo processo.

Isto ocorre, devido à supremacia das rochas cristalinas, onde os poços são rasos e apresentam vazões inferiores a $3,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, elevados teores de sólidos dissolvidos totais, em média, $3,0 \text{ g L}^{-1}$, com predominância de cloretos, (LORA, 2000). De acordo com uma pesquisa realizada por Santos (2008) caracterizando alguns corpos hídricos no semiárido, chegou à conclusão que existem certos íons dominantes além do cloreto, dos quais os Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ representam os cátions e HCO_3^- e SO_4^{2-} os ânions, e em uma sequência decrescente e se considerando os teores médios dos cátions, tem-se $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$ e dos ânions, tem-se $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$ e CO_3^{2-} .

Esta variabilidade catiônica, especialmente em função da variação sazonal da concentração que ocorre entre o período de estiagem e de chuvas, podem implicar em diferentes problemas para as culturas, especialmente as mais sensíveis à salinidade (OLIVEIRA et al., 2015), haja vista que influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produção destas devido ao efeito osmótico, que reduz a absorção de água pela planta

e/ou em função do efeito específico dos íons que causam distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, afetando assim o metabolismo das mesmas (NOBRE et al., 2013).

Neste sentido, vários estudos relacionados ao arrolamento de águas salobras em cultivos agrícolas já foram desenvolvidos (NUNES et al., 2013; SOUZA NETA et al., 2013; SÁ et al., 2015; ALBUQUERQUE JÚNIOR et al., 2016) no entanto, estes trabalhos foram realizados em condições de hidroponia, que se caracteriza pela não utilização do solo para a produção, no qual, as plantas absorvem nutrientes através de uma solução composta por água e fertilizantes.

O uso de águas salobras no preparo da solução nutritiva é pertinente, pois nos cultivos hidropônicos, em razão da ausência de solo, o potencial matricial tende a ser zero, tornando a influência osmótica preponderante sobre o potencial total (SANTOS JÚNIOR et al., 2015b). Em hidroponia espera-se produzir culturas de interesse com maior economia de água e eficiência de insumos, menor risco ambiental e menor redução do rendimento comercial (MACIEL et al., 2012).

Posto isso, mesmo em condições hidropônicas, trabalhos têm sido desenvolvidos visando sugerir técnicas de mitigação do efeito deletério da salinidade sobre as hortaliças, a exemplo do uso de água doce e salobra no preparo e reposição da solução nutritiva (BIONE et al., 2014; GUEDES et al., 2015; CAMPOS JÚNIOR et al., 2018). No entanto, ainda são escassos trabalhos que considerem a natureza catiônica da água salobra no contexto da variação da concentração e as eventuais diferenças no impacto sobre as plantas, especialmente as hortaliças e, especificamente, na realidade da agricultura familiar (SANTOS JÚNIOR et al., 2016).

1.2. Salsa

1.2.1. Taxonomia, botânica e principais cultivares

A salsa ou salsinha pertence ao gênero *Petroselinum*, que descreve somente uma única espécie, a *Petroselinum crispum*, mas as diversas sinônimas botânicas como *P. sativum* L., *P. hortense* Hoffm. e *Apium petroselinum* Mill., também são conhecidas (KREYDIYYEH e USTA, 2002). O nome em latim vem do radical grego, sélinon que significa aipo, ou salsão, e quando se coloca o radical petro o significado passa a ser “aipo da pedra”. Isto provavelmente devido a sua origem ser justamente de lugares rochosos (CHAVES, 2006).

É pertencente à família das Apiaceas, uma hortaliza originária da região do mediterrâneo e tornou-se popular no mundo, como espécie condimentar componente fundamental na composição de temperos para o preparo dos mais diferentes pratos, sejam estes frios (saladas) ou quentes (carnes ou peixes), bem como para a ornamentação dos mesmos, além de ser usada como planta medicinal (ESCOBAR et al., 2010; LUZ et al., 2012; PRIMAK et al., 2013).

As principais cultivares utilizadas no Brasil são graúda portuguesa, salsa lisa e salsa lisa HT que possuem colheitas de 60-80, 55-75, 60-70 dias, respectivamente (SEBRAE, 2011). Há também a cultivar Crespa Paramount caracterizada por não retomar o crescimento após o primeiro corte, portanto, sendo considerada sem produção na rebrota. (ESCOBAR et al., 2010).

A cultivar Graúda Portuguesa é mais vigorosa e de folhas maiores, também lisas, resistente ao florescimento, já as cultivares de folhas crespas, são preferidas em países europeus e nos EUA (GONÇALVES, 2016).

Geralmente é vendida em molhos, em conjunto com a cebolinha, conhecido como cheiro-verde (HEREDIA et al., 2003).

1.2.2. Aspectos morfo-fisiológicos

A emergência da salsa quando comparada com outras hortaliças, é considerada longa, podendo levar mais de quatro semanas, dependendo das condições internas e externas disponibilizadas para as sementes (GONÇALVES, 2016).

As sementes de salsa apresentam germinação lenta, irregular e desuniforme, principalmente se a temperatura for baixa, considerada uma planta de clima subtropical, adaptando-se melhor em temperaturas amenas, deve ser cultivada sob sol pleno em regiões de clima frio e à meia-sombra em locais mais quentes (MINAMI, 1995; RODRIGUES et al., 2008; EMBRAPA, 2010; BRAGA et al., 2014).

A planta possui uma variação de 12 a 40 cm de altura, a depender da cultivar, a exemplo da cultivar Lisa Comum que possui porte de 20 a 25 cm de altura; a cultivar Graúda Portuguesa é mais vigorosa atingindo 40 cm de altura e a cultivar Crespa Paramount que possui de 25 a 30 cm de altura (MAKISHIMA, 1984; SEBRAE, 2011).

É considerada uma planta perene e apresenta características peculiares quanto ao caule, às flores e às folhas (ALBUQUERQUE FILHO, 2006). Suas folhas dispõem de uma coloração verde-escura e são compostas por folíolos triangulares, seu caule é pouco

ramificado, apresenta vários canais oleíferos, os quais conferem o aroma e sabor, e possuem coloração verde-clara (GONÇALVES, 2016).

Numerosos caules crescem a partir de uma raiz geralmente fina, as sementes são lisas, ovais e estriadas ao longo do seu comprimento, suas flores são pequenas e estão dispostas em inflorescência – umbelas – e apresentam coloração amarelo-clara, o involúcro possui uma ou duas das brácteas, as pétalas são esticadas com uma ponta curvada, o espessamento é muito desenvolvido e o fruto é ovado e cinza esverdeado com 2,5 mm de comprimento (SILVA, 1997; MOZAFARIAN, 2007).

1.2.3. Exigência nutricional

Para a produção de todas as diferentes espécies de hortaliças, que normalmente são feitas sob condições de cultivo intensivo, existe a necessidade de adequado suprimento de nutrientes desde o estágio de plântula até a colheita, haja vista que o desequilíbrio nutricional, seja por carência ou excesso de nutrientes, é fator estressante para a planta, podendo interferir nas relações de antagonismo e sinergismo (FURLANI e PURQUERIO, 2010).

De maneira geral, as exigências nutricionais das hortaliças obedecem a seguinte ordem em relação aos macro e micronutrientes: $K > N > Ca > Mg > P = S$ e $Fe > Mn > Zn > B > Cu > Mo$, respectivamente (FAQUIN e ANDRADE, 2004).

Em relação à salsa, existe uma faixa de teores adequados para os macro e micronutrientes (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 1. Teores de macronutrientes recomendados no solo para Salsa

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Salsa	30-50	4-8	25-40	7-20	2-5	-

Fonte: Adaptada de Silva (1999)

Tabela 2. Teores de micronutrientes recomendados no solo para salsa

Cultura	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	mg kg ⁻¹					
Salsa	30-100	5-15	50-300	25-250	-	25-100

Fonte: Adaptada de Silva (1999)

Em sistemas hidropônicos, de acordo com pesquisa realizada por Luz et al. (2012) trabalhando com concentrações crescentes da solução nutritiva (50; 75; 100 e 125%) baseado no quantitativo proposto por Furlani et al. (1999) no cultivo de salsa crespa, as plantas apresentaram melhores rendimentos (produção de massa fresca, número de folhas e altura) sob cultivo com 100% da concentração.

1.2.4. Exigência Hídrica

Em decorrência da grande demanda pelos recursos hídricos na agricultura irrigada, é importante a adesão de práticas para melhor aproveitamento de seu uso, uma delas é o conhecimento da demanda hídrica da cultura, pois diversas vezes a irrigação é realizada sem o devido conhecimento das reais necessidades hídricas e dos parâmetros necessários ao manejo de irrigação desta cultura (SILVA, TAVARES e SOUSA, 2013; SANTOS et al., 2009).

Para tal, é importante o desenvolvimento de pesquisas para determinação da quantidade de água aplicada na irrigação, de modo que a planta aumente sua produtividade e maximize a eficiência do uso da água, o que significa maior produção com um menor volume de água (TOPAK, SÜHERI e ACAR, 2011).

A eficiência do uso da água está relacionada com a produção de biomassa em decorrência da quantidade de água aplicada, auxiliando a otimização dessa aplicação e também nos problemas de déficit provocados pelo aumento da demanda social em relação à oferta ambiental (SILVA, CERCHIARO e HONÓRIO, 2011).

Pertencente à mesma família da salsa, o coentro tem sido estudado quanto às suas necessidades hídricas, em pesquisa realizada por SANTOS JÚNIOR et al. (2015a) foi avaliado o consumo hídrico e eficiência do uso da água em coentro hidropônico com diferentes espaçamentos, esses autores verificaram que o aumento da densidade de plantio apresentou maior consumo hídrico, com cerca de 757,44 L para produzir 480 plantas a cada 15 cm e 1131,7 L para produzir 1008 plantas utilizando o espaçamento de 7 cm, o que correspondeu a 1,578 e 1,122 L planta⁻¹ para os espaçamentos de 15 e 7 cm, respectivamente e, esse mesmo espaçamento de 7 cm apresentou uma eficiência de 81,59 g L⁻¹ na produção de massa verde da parte aérea.

1.2.5. Importância da salsa: dos usos a aspectos econômicos

Quanto aos principais usos, a salsa é utilizada em medicina popular para o tratamento de diferentes doenças e, alguns estudos *in vitro* e *in vivo* indicam que as folhas de salsa são uma boa fonte de antioxidantes que apresentam ações de diferentes mecanismos, flavonóides - apigenina e seus glicosídeos - são os principais compostos fenólicos da salsa e estes podem ser encontrados em quantidades relativamente grandes nas folhas (NIELSEN et al., 1999; FEJES et al., 2000; PÁPAY et al., 2012, FARZAEI et al., 2013).

Essa função antioxidante ocorre através da produção de um óleo essencial a partir de suas sementes, raiz ou folhas (ZHANG et al., 2006). Em algumas experiências feitas em ratos de laboratório, foi constatado o melhoramento da função antioxidante do fígado e do sangue desses animais, além da diminuição do nível de glicemia, demonstraram atividade hepatoprotectora em ratos diabéticos via atividade antioxidante (OZSOY-SACAN et al., 2006; MOAZEDI et al., 2007).

De maneira geral, as hortaliças são fundamentais para fazer o organismo funcionar de maneira adequada e harmônica, além de fornecer compostos úteis para a realização de uma série de reações orgânicas, e também auxiliar na hidratação do corpo (EMBRAPA, 2012).

A salsa é uma das plantas condimentares mais populares da gastronomia mundial, sendo uma excelente fonte de vitamina A, B1, B2 e C, niacina, riboflavina, cálcio, ferro, potássio e fósforo, alivia os sintomas da bronquite, asma, cólicas menstruais, cistite, além de auxiliar no tratamento do reumatismo (FACTOR et al., 2008; CORREIA, 2009; SÃO PAULO, 2015).

Petroselinum crispum é predominante na indústria no que diz respeito à produção de ervas secas em Israel, ela é semeada nas duas estações principais do país (outono e primavera), e no Egito, em relação aos tipos de salsa, a que possui folhas lisas é a mais comum, sendo amplamente desenvolvida no comércio, ocupando o terceiro lugar em exportação, dentre as folhosas do país (ALBUQUERQUE FILHO, 2006).

Os preços da salsa no Brasil possuem muitas oscilações ao longo do ano, mostraram tendências de preços mais remunerativos nos meses muito chuvosos em comparação aos meses secos e com temperatura amena (SEBRAE, 2011). Da produção total da agropecuária no Brasil, o cultivo de hortaliças é responsável por 8,39% do valor total (IBGE, 2006).

Dentre todas as hortaliças cultivadas, a salsa foi produzida em 16.246 estabelecimentos, com uma produção de 29.153 toneladas, das quais, 28.470 toneladas foram vendidas, representando um total de aproximadamente 97,66% e, a maior parte

dessa produção e comercialização encontra-se na região sudeste, responsável por 48,10% da produção do país, das quais mais da metade (51,96%) são produzidos pelo estado de São Paulo (IBGE, 2006).

1.3. Uso de águas salobras na agricultura

1.3.1. Natureza catiônica das águas salobras

As águas encontradas no nordeste brasileiro para irrigação apresentam, na maioria das vezes, concentração de sais na faixa de 1 a 30 mmolc L⁻¹ correspondendo à faixa de condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m⁻¹ e com elevados teores de cloreto (HOLANDA e AMORIM, 1997; LORA, 2000).

Além das variações na concentração de sais, grandes variações na composição química das águas, com predominância principalmente nas áreas de cristalino, de águas cloretadas e sódicas, além de concentrações variáveis de cálcio, magnésio, carbonatos e bicarbonatos (OLIVEIRA e MAIA, 1998; SILVA JÚNIOR, GHEYI e MEDEIROS, 1999). Neste sentido, as atividades iônicas nestas águas, provocam mudanças na força dos íons (coeficiente de atividade) e na precipitação (CRAMER e LAUCHLI, 1986).

De acordo com uma pesquisa realizada por Santos (2008) estudando as características químicas de algumas fontes hídricas no semiárido, chegou à conclusão que existem alguns íons dominantes, entre os quais o Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ estão em maior proporção dentre o grupo dos cátions e Cl⁻, HCO₃⁻ e SO₄²⁻ no grupo dos ânions, contudo, a quantidade desses íons pode variar de acordo com cada região (Tabela 3).

Tabela 3. Composição química da água de alguns mananciais da região Nordeste

Manancial	Município	Íons (mmol L ⁻¹)						
		Ca ⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻
S. Francisco	Petrolina-PE	0,40	0,25	0,00	0,25	0,00	0,63	0,03
São Gonçalo	Sousa - PB	1,05	0,80	0,20	0,61	0,00	1,69	0,65
Aç. Boqueirão	Boqueirão – PB	2,33	2,68	-	6,59	-	2,17	8,89
Açude Itans	Caicó- RN	0,93	2,67	0,17	3,20	0,92	1,31	3,70
Açude	Cruzeta – RN	1,37	1,88	0,12	3,70	0,30	1,80	4,50
Gargalheiras	Acari – RN	2,92	0,65	0,14	8,08	0,15	1,75	3,50
Rio Piranhas	J. Piranhas – RN	1,37	1,70	0,08	2,10	0,90	1,40	2,25
Rio	P. Ferros – RN	1,47	1,08	-	3,60		2,63	3,54
Arm. Ribeiro	Assu – RN	0,88	0,82	0,14	1,22	0,00	1,55	1,63
Serra Mossoró	Mossoró – RN	7,20	7,70	-	7,50	-	5,00	7,40
Poço Perm.	Tauá – CE	2,12	2,64		5,11		4,10	5,11
Quixeré	Quixeré – CE	8,90	4,30	-	4,50	-	5,20	10,6
Rio Capiá	Alagoas	5,90	13,1	0,65	38,3	0,20	2,80	51,5
Rio Mossoró	Mossoró – RN	3,10	2,75	0,10	3,15	0,36	2,81	5,63
Poço tubular	Baraúnas – RN	8,50	3,60	0,10	4,69	0,00	9,60	6,10
Açude	Pombal – PB	0,87	0,52	0,10	1,23	0,00	1,78	0,99
Poço Amaz.	Condado – PB	1,88	1,04	0,07	3,07	0,15	2,25	3,17
Poço Amaz.	Angicos – RN	8,97	12,0	0,30	28,0	0,32	3,12	43,7
Poço p. Irig.	S. Talhada – PE	2,67	2,80	0,29	14,6	0,00	0,00	16,6
Rio P. Irig	S. Talhada - PE	1,87	1,32	0,32	5,02	0,00	0,00	7,18
S. Rosa	Acaraú - CE	0,54	0,60	0,16	1,44	-	-	1,38

Fonte: Adaptado de Holanda et al. (2016)

1.4. Efeito dos sais sobre as plantas

De maneira geral, a salinidade da água é definida pela a quantidade de íons dissolvidos. Toda cultura possui um nível de tolerância à salinidade, em que a partir desse limite a planta passa a sofrer estresse salino e, por conseguinte, passa a perder produção proporcionalmente ao aumento da salinidade (SANTOS et al., 2010).

1.4.1. Efeito dos sais sobre as relações hídricas

A disponibilidade hídrica é um dos fatores que mais influencia a fotossíntese e o crescimento das plantas, visto que a água é um dos principais recursos que as plantas necessitam para o crescimento, considerada como um fator limitante da produtividade agrícola na região semiárida (PINTO, TÁVORA e PINTO, 2014; MARENCO et al., 2014).

Para a fotossíntese, a água é importante na etapa fotoquímica pela liberação de prótons e elétrons, além disso, em caso de estresse hídrico, o papel principal da limitação estomática tem sido constatado ao se eliminar o obstáculo pelos estômatos, com seu fechamento. (CHAVARRIA e SANTOS, 2012; MARENCO et al., 2014).

O estresse osmótico, é o que resulta em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais causando um desbalanço iônico e redução na assimilação líquida de CO₂ (LARCHER, 2000; AMORIM et al., 2010), devido ao aumento da pressão osmótica do meio de cultivo que atua negativamente sobre os processos fisiológicos das plantas (AYERS e WESTCOT, 1999; FARIAS et al., 2009).

Isto porque, o aumento da pressão osmótica causada pelo excesso de sais solúveis, poderá atingir um nível em que as plantas não terão forças de sucção suficiente para superar essa pressão e, em consequência, não irá absorver água, além disso, dependendo do grau de salinidade, em vez de absorver, a planta poderá até perder a água que se encontra em suas células e tecidos, fenômeno denominado de plasmólise (DIAS et al., 2016).

Além disso, em condições de déficit hídrico, pode ocorrer o fenômeno de seca fisiológica que resulta numa continuação da taxa de transpiração das plantas, mesmo em baixas condições de absorção de água, que acarreta na inibição do crescimento e diminuição da produção (PRISCO, GOMES FILHO e MIRANDA, 2016).

Em pesquisa realizada por Silva, Silva e Klar et al. (2013) avaliando as relações hídricas em plantas de beterraba com concentrações crescentes da salinidade da solução nutritiva (1,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 dS m⁻¹), verificaram uma redução na capacidade de absorção de águas pelas plantas ocasionando redução nas variáveis analisadas, acima da concentração de 6,0 dS m⁻¹ considerada a salinidade limiar.

1.4.2. Efeito dos sais sobre os aspectos fisiológicos

Alterações morfológicas e anatômicas são algumas das respostas das plantas, quando submetidas ao estresse salino, bem como processos fisiológicos e bioquímicos, dentre as quais se destacam as modificações em balanço iônico, comportamento estomático e eficiência fotossintética, apresentando redução do crescimento e da área foliar, associados principalmente à redução da pressão de turgor, interferindo nos processos de alongamento e divisão celular (ZANANDREA et al., 2006; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Plantas submetidas a estresses abióticos apresentam sintomas de alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos, que provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência, quantificados nas folhas pela fluorescência inicial, máxima e variável da clorofila a (CHA-UM e KIRMANEE, 2011; SILVA et al., 2011).

Mesmo em plantas halófitas, que apresentam tolerância à salinidade, o estresse salino acarreta além de efeitos adversos sobre as relações hídricas, a diminuição da condutância estomática, limitando a fotossíntese líquida; possíveis desequilíbrios hormonais; danos causados pelas espécies reativas de oxigênio e também, desvio energético para realização do transporte de íons e/ou síntese de solutos compatíveis (FLOWERS, MUNNS e COLMER, 2015).

1.4.3. Efeito dos sais sobre a nutrição das plantas

A salinidade adiciona um novo nível de complexidade para a nutrição mineral das culturas, afetando a atividade dos íons em solução e os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição (NEVES et al., 2009). Há evidências científicas de que a salinidade afeta os vasos condutores de água e nutrientes no fruto, tornando-se assim um impedimento a assimilação de cálcio e demais nutrientes, culminando em podridão apical dos frutos (GARCIA, 2000).

As interações iônicas que afetam estes processos são altamente complexas, mesmo na ausência de salinidade e de outros estresses, em meios salinos essas interações se tornam ainda mais complexas em virtude das diferenças na concentração e na composição iônica dos meios salinos aos quais as plantas são submetidas, e das diferentes respostas das plantas em relação à salinidade (LACERDA, 2005; SOUSA et al., 2010).

Por exemplo, deficiências de Ca podem ser induzidas por excesso de Na, deficiências de K por excesso de Na ou Ca e também altas concentrações de Mg podem

inibir a absorção de K ou de Ca (MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997; BOSCO et al., 2009).

Wisniewski et al. (1995) afirmam em suas pesquisas que o CaCl_2 reduz a germinação e alongamento do tubo germinativo, e que essa inibição ocorre, devido à presença do cálcio e não por causa do cloreto, porque em estudos com MgCl_2 esses efeitos não foram verificados.

Em relação ao MgCl_2 a absorção foliar e a metabolização de soluções contendo esse sal, promovem aumentos significativos nos teores de clorofila, contudo, é necessário ser criterioso quanto à concentração desse sal na solução nutritiva, pois um estudo feito Mógor et al. (2013) utilizando uma solução nutritiva contendo $7,5 \text{ mL L}^{-1}$ de MgCl_2 , apresentou redução no teor de clorofila nas folhas devido à fitotoxidez causada pelo Cl.

No que diz respeito ao KCl, o excesso na aplicação desse sal pode provocar a queima de raízes, devido ao alto índice salino desse adubo, e a injúria pode servir de porta de entrada para patógenos (KLUTHCOUSKI e STONE, 2003).

1.5. Componentes do estresse salino em plantas

1.5.1. Componente osmótico

No que se refere aos efeitos do estresse salino nas plantas, o efeito osmótico é resultante da elevação da concentração de sais na água, que provoca um déficit através da redução do potencial hídrico, diminuindo a energia livre presente na água, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas plantas, interferindo no desenvolvimento das mesmas (ALVES et al., 2011).

O componente osmótico do estresse salino sobre uma planta pode resultar na redução da taxa de emissão de folhas, redução na produção de sementes até morte das folhas e posterior morte da planta antes da maturação das sementes, isso tudo depende do tempo de exposição ao estresse e da tolerância da planta ao mesmo (WILLADINO e CAMARA, 2010).

Vários mecanismos de proteção são ativados nas plantas em resposta a condições adversas de crescimento, o ajuste osmótico constitui-se um dos mecanismos fisiológicos mais eficazes para manutenção da turgescência celular, sob condições de baixo potencial hídrico no solo (MARIJUAN e BOSCH, 2013; MONTEIRO et al., 2014).

Esse mecanismo se estabelece mediante o acúmulo, no vacúolo ou no citosol, de solutos compatíveis (prolina, glicina betaína, trealose, sacarose, poliaminas, manitol,

pinitol, entre outros) que contribuem para a manutenção do equilíbrio hídrico e a preservação da integridade de proteínas, enzimas e membranas celulares, esses compostos também tem função osmoprotetora contra subprodutos tóxicos do metabolismo, resultantes do estresse hídrico (ASHRAF et al., 2011; MARIJUAN e BOSCH, 2013; MONTEIRO et al., 2014; CHICONATO, 2016).

O acúmulo desses compostos não causa efeito deletério ao metabolismo celular, pois aumenta a pressão osmótica no interior das células e, por conseguinte mantêm a absorção de água e a pressão de turgor das células, contribuindo para o encadeamento dos processos fisiológicos, ainda que em níveis menores (MARIJUAN e BOSCH, 2013).

1.5.2. Componente iônico

Os efeitos iônicos resultam da elevada absorção de íons, especialmente Na e Cl, que alteram a homeostase da célula quando em altas concentrações, além de causar problemas de nutrição, a acumulação desses íons salinos pode causar problemas de toxicidade iônica, por serem considerados íons tóxicos, em maiores proporções se manifestam como clorose marginal e causa o surgimento de zonas necróticas, o que contribui para aceleração dos processos de senescência e abscisão foliar (HASEGAWA et al., 2000; ZHU, 2003; MUNNS, 2005; SILVA et al., 2009).

O acúmulo de Na e Cl, acarreta mudanças nas relações Na/K e Na/Ca e as células podem apresentar distúrbios não só devido ao aumento da concentração de Na, como também pela diminuição da concentração de K no citosol, causando a consequente redução da relação N/K, provocando desde reduções no desenvolvimento até morte das plantas. (ZHU, 2003; CAVALCANTE, CORDEIRO e NASCIMENTO, 2010). Isto porque, o K é ativador de mais de 50 enzimas do metabolismo vegetal e não pode ser substituído pelo Na nesta função, de modo que uma alta concentração de Na ou uma alta relação Na/K acarretará na interrupção de vários processos metabólicos essenciais e não existem evidências de adaptação de enzimas a elevadas concentrações de sal (WILLADINO e CAMARA, 2010).

Quanto ao Ca, uma concentração de Na elevada no citosol proporciona alterações na absorção e no metabolismo do Ca, pois o Na substitui o Ca das membranas celulares afetando a permeabilidade das mesmas (RENGEL, 1992; WILLADINO e CAMARA, 2010).

Além disso, o cálcio incluído no encadeamento de transdução de sinal de onde é percebido do estresse até o local de síntese de proteínas sistematizadas pelos genes de estresse, que regulam a homeostase celular do tecido (TURKAN e DEMIRAL, 2009).

Os sintomas de toxicidade causada pelo sódio não são fáceis de serem identificados, mas são caracterizados por queimaduras ou necrose nas bordas da folha que se espalham na área internevural, e em relação ao cloreto, são observadas necroses nas pontas das folhas, progredindo ao longo das bordas e pode vir acompanhada de desfolhação prematura (DUARTE et al., 2015).

Desta forma, em condições de estresse salino a manutenção do equilíbrio iônico celular (“homoeostase” iônica) se torna ainda mais relevante, dentre outros efeitos da salinidade tem-se à redução na taxa de transpiração que pode estar associado ao fechamento parcial dos estômatos devido à redução da condutividade hidráulica do sistema radicular, provocada pela salinidade (ZHU, 2003; GUIMARÃES, 2005; SOUSA, 2006).

1.5.3. Componente oxidativo

O estresse oxidativo é resultado do desequilíbrio entre moléculas antioxidantes e oxidantes, promovida por perturbações na produção, distribuição ou por um excesso de espécies reativas de oxigênio (ROS) a partir de fontes intrínsecas ou ambientais, sobrepujando suas ações danosas sobre as células (SILVA, CERCHIARO e HONÓRIO, 2011).

Altas concentrações de sais causam estresse oxidativo através da produção das espécies reativas de oxigênio (ROS), que promovem a oxidação de vários componentes celulares e podem levar à destruição oxidativa de células afetando o crescimento fisiológico através de danos às proteínas, ácidos e lipídeos (NAMJOOYAN et al. 2012; CRUZ, 2015).

As espécies reativas de oxigênio, que também são conhecidas como radicais livres, possuem formas predominantes tais como O_2^- , H_2O_2 e OH^- que acarretam danos aos componentes celulares importantes, além de causar o branqueamento de pigmentos da clorofila (MILLER et al., 2010; ABOGADALLAH, 2010; BARTOLI et al., 2013; HENDGES et al., 2015).

Para isso, as plantas desenvolvem mecanismos de defesa enzimáticos capazes de neutralizar a toxicidade das ROS, no entanto, a salinidade pode acarretar um desequilíbrio entre a produção das ROS e a neutralização realizado por essas enzimas pode ser alterado,

aumentando significativamente os níveis intracelulares de ROS, ocasionando o estresse oxidativo (BARBOSA et al., 2014).

1.6. Cultivos hidropônicos

Em linhas gerais, a hidroponia é definida como o cultivo sem solo, os nutrientes que estariam na solução do solo para serem absorvidos pelas raízes das plantas, estão contidos numa solução, composta por água e nutrientes necessários para o bom desenvolvimento da planta, devendo ter pH e concentração de nutrientes adequados para cada cultura (SOARES et al., 2016).

Os cultivos hidropônicos de hortaliças vêm se destacando como um sistema de produção capaz de suprir a intensa demanda do mercado, especialmente com hortaliças de excelência no que se refere aos atributos de qualidade, devido à crescente demanda dos consumidores por produtos com um melhor padrão de qualidade (ANDRIOLO, 2002).

Dentre as vantagens oferecidas pela hidroponia destacam-se o aumento da produtividade com menor impacto ambiental, a maior eficiência na utilização de água de irrigação e fertilizantes, a redução da quantidade ou eliminação de alguns defensivos e maior probabilidade de obtenção de produtos de qualidade, além de uma maior conservação do solo e preservação dos mananciais de água (POTRICH, PINHEIRO e SCHMIDT, 2012).

Existem vários tipos de sistemas hidropônicos com viabilidade econômica comprovada até agora, com destaque para a técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT) e a técnica do fluxo profundo (DFT), no qual, o NFT tem sido o mais utilizado e, tem despertado no Brasil o interesse nos últimos anos pela hidroponia (SOARES et al., 2016).

No tocante ao semiárido brasileiro algumas dificuldades são apresentadas no que diz respeito à implantação dos sistemas convencionais, devido ao alto custo de instalação, mão-de-obra técnica para o manejo e manutenção do sistema, neste sentido, variações nos sistemas de cultivo hidropônico têm sido desenvolvidas visando adaptar esta técnica às condições peculiares dessa localidade (SANTOS JÚNIOR et al., 2013).

A hidroponia de baixo custo, por exemplo, consiste em ajustes feitos em sistemas hidropônicos convencionais, para adaptar-se às condições peculiares do semiárido, no qual visa eliminar as desvantagens da hidroponia relatadas na literatura, pois não depende exclusivamente da energia elétrica e pode ser construído em sua maior parte, com materiais disponíveis na propriedade, além disto, trabalha com o conceito de alta

densidade de plantio em condições protegidas, reaproveitamento da solução em sistema fechado e ergonomia do usuário do sistema, que no caso do agricultor familiar do Semiárido brasileiro fica exposto a horas de insolação em posição incômoda para a coluna cervical (SANTOS JÚNIOR, 2013).

1.7. Objetivo Geral

Avaliar as relações hídricas e a produção de plantas de salsa expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras com preponderância de diferentes cátions e com condutividade elétrica crescente, sob reposição com a respectiva água salobra e com água de abastecimento.

1.8. Objetivos Específicos

- ✓ Quantificar o consumo, a eficiência e o teor de água de plantas de salsa expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras com preponderância de diferentes cátions;
- ✓ Identificar se o aumento da condutividade elétrica altera a influência da natureza catiônica da água sobre as relações hídricas da salsa;
- ✓ Mensurar a produção de massa fresca e seca das partes das plantas de salsa expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras com preponderância de diferentes cátions;
- ✓ Determinar a influência da natureza e concentração dos sais sobre o teor de matéria seca das plantas.

1.9. Referências Bibliográficas

ABOGADALLAH, M. G. Antioxidative defense under salt stress. **Plant Signaling & Behavior**, v. 5, n.4, p.369-374, 2010.

ALBUQUERQUE FILHO, J.A.C. **Eficiência do uso da água no cultivo do coentro e da salsa na presença de um polímero hidroabsorvente**. 2006. 107f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ALBUQUERQUE JÚNIOR, J.E.; AZEVEDO, C.A.V.; AZEVEDO, M.R.Q.A.; XAVIER, J.F.; MONTEIRO FILHO, A.F. Qualidade de águas residuárias e salobra utilizadas no cultivo hidropônico de três cultivares de alface crespa. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, n.2, p.19-24, 2016.

ALVES, F. A. L.; SILVA, S.L.F.; SILVEIRA, J.A.G.; PEREIRA, V.L.A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^+ e K^+ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

AMORIM, A. F.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.113-121, 2010.

ANDRIOLO, J.L. **Olericultura geral: princípios e técnicas**. Santa Maria: UFSM. 2002. 158p.

ASHRAF, M.; AKRAM, N.A.; ALQURAINY, F.; FOOLAD, M.R. Drought tolerance: roles of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients. **Advances in Agronomy**, v.111, p.249-296, 2011.

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

BARBOSA, M.R.; SILVA, M.M.A.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T.R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v.44, n.3, p.453-460, 2014.

BARTOLI, C. G.; CASALONGUÉ, C.A.; SIMONYACCHI, M.; MARQUES-GARCIA, B.; FOYER, C.H. Interactions between hormone and redox signalling pathways in the control of growth and cross tolerance to stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.94, p.73-88, 2013.

BIONE, M.A.A.; PAZ, V.P.S.; SILVA, F.; RIBAS, R.F.; SOARES, T.M. Crescimento e produção de manjerição em sistema hidropônico NFT sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.12, p.1228–1234, 2014.

- BOSCO, M.R.O.; OLIVEIRA, A.B.; HERNANDEZ, F.F.F.; LACERDA, C.F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Ceres**, v.56, n.3, p.296-302, 2009.
- BRAGA, A.H.; SEABRA JÚNIOR, S. PONCE, F.S.; BORGES, L.S.; SILVA, L.B.; RIBEIRO, T.C. Desempenho de cultivares de salsa (*Petroselinum crispum*) sob telas de sombreamento, termo-refletores e campo aberto. **Cultivando o Saber**, v.7, n.4, p.332-342, 2014.
- BRITO, L.T.L.; CAVALCANTI, N.B.; SILVA, A.S.; PEREIRA, L.A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no Semiárido Pernambucano. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.1, p.102-109, 2012.
- CAMPOS JÚNIOR, J.E.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; SILVA, E.F.F.; MARTINS, J.B.; ROLIM, M.M. Consumption, efficiency and water content of arugula under different management of brackish nutritional solutions. **Engenharia Agrícola**, v.38, n.6, p.885-892, 2018.
- CAVALCANTE, L.F.; CORDEIRO, J.C.; NASCIMENTO, J.A.M. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281- 1290, 2010.
- CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. **Scientia Agricola**. v.68, n.4, p.406-410, 2011.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. In: MONTANARO, G.; DICHIO, B. (org.). **Advances in selected plant physiology aspects**. Rijeka: Intech, 2012. v.1, p.105-132.
- CHAVES, D.S.A. **Estudo químico e potencial antitrombótico da espécie medicinal *Petroselinum crispum* (Apiaceae)**. 2006. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- CHICONATO, D.A. **Estresse salino em plantas jovens de cana-de-açúcar: respostas bioquímicas e fisiológicas**. 2016. 86f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.

CORREIA, M. Avaliação de nitratos e nitritos em vegetais. **Segurança e qualidade alimentar**, v.7, p.14-16, 2009.

CRAMER G.R.; LAUCHLI, A. Ion activities in solution in relation to Na^+ Ca^{2+} interactions at the plasmalemma. **Journal of Experimental Botany**, v.37, p.321-330, 1986.

CRUZ, F.J.R. **Respostas bioquímicas e fisiológicas de plantas jovens de cana-de-açúcar sob diferentes concentrações de NaCl no solo**. 2015. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.

DIAS, N.S.; BLANCO, F.F.; SOUZA, E.R.; FERREIRA, J.F.S.; SOUSA NETO, O.N.; QUEIROZ, I.S.R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. p.151-162.

DUARTE, S.N.; SILVA, E.F.F.; MIRANDA, J.H.; MEDEIROS, J.F.; COSTA, R.N.T.; GHEYI, H.R. **Fundamentos da drenagem agrícola**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2015. 338p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A importância nutricional das hortaliças**. Brasília, DF. Embrapa Hortaliças, v.1, n.2, 16p, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Catálogo brasileiro de hortaliças: Saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no País**. Brasília, 2010, 60p. Disponível em:
<<http://www.ceasa.gov.br/dados/publicacao/Catalogo%20hortalicas.pdf>>. Acesso em 04 de Maio de 2017.

ESCOBAR, A.C.N.; NASCIMENTO, A.L.; GOMES, J.G.; BORBA, R.V.; ALVES, C.C.; COSTA, C.A. Avaliação da produtividade de três cultivares de salsa em função de diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.2671-2676, 2010.

FACTOR, T.L.; PURQUERIO, L.F.V.; LIMA JÚNIOR, S.; ARAÚJO, J.A.C.; CURI, E.L.; TIVELLI, S.W. Produção de salsa em função do período de cobertura com Agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.4228-4232, 2008.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 88p. 2004.

FARIAS, S.G.G.; SANTOS, D.R.; FREIRE, A.L.O.; SILVA, R.B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p. 1499-1505, 2009.

FARZAEI, M.H.; ABBASABADI, Z.; REZA, M.; ARDEKANI, S.; RAHIMI, R. Parsley: a review of ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities. **Journal of Traditional Chinese Medicine**, v.33, n.6, p.815-826, 2013.

FEJES, S.; BLÁZOVICS, A.; PETRI, G.; SZÖKE, E.; KÉRY, A. Free radical scavenging and membrane protective effects of methanol extracted fractions of parsley. **Accreditation and Quality Assurance**, v.5, n.1, p.81-87, 2000.

FLOWERS, T.J.; MUNNS, R.; COLMER, T.D. Sodium chloride toxicity and the cellular basis of salt tolerance in halophytes. **Annals of Botany**, v.115, p.419-431, 2015.

FREIRE, M.B.G.S.; MIRANDA, M.F.A.; OLIVEIRA, E.E.M.; SILVA, L.E.; PESSOA, L.G.M.; ALMEIDA, B.G. Agrupamento de solos quanto à salinidade no Perímetro Irrigado de Custódia em função do tempo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, (Suplemento), p.86-91, 2014.

FURLANI, P.R.; PURQUERIO, L.F.V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: **Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FUNDUNESP, 2010. p.45-62.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI D.; FAQUIN, V. 1999. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p. (Boletim técnico IAC, 180).

GARCIA, F. **Informaciones agronomicas**. Argentina: Instituto de la potasa y el fósforo, 2000. 16p.

GONÇALVES, L.F.C. **Ensaio de competição entre cultivares de salsa em ambiente protegido**. 2016. 38f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade de Brasília, Brasília.

GUEDES, R.A.A.; OLIVEIRA, F.A.; ALVES, R.C.; MEDEIROS, A.S.; GOMES, L.P.; COSTA, L.P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente

protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.913–919, 2015.

GUIMARÃES, F.V. **Respostas fisiológicas e bioquímicas em plantas de feijão de corda cv Pitiúba submetidas ao estresse com NaCl em diferentes concentrações de CaCl_2 e CaSO_4** . 2005. 176f. Tese (Doutorado em Bioquímica Vegetal). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

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

HENDGES, F.B.; RAMBO, C.R.; ALCASSA, L.P.; COSTA, A.C.T. Avaliação enzimática e fisiológica de plântulas de milho submetidas à seca. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, p. 52- 63, 2015.

HEREDIA Z., N.A.; VIEIRA, M.C.; WEISMANN, M.; LOURENÇÃO, A.L.F. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.574-577, 2003.

HOLANDA, J.P.; AMORIM, J.R.A. Qualidade de água para irrigação. In: Gheyi, H.R.; Queiroz, J.E.; Medeiros, J.M. (ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.137-169.

HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A.C.; SÁ, F.V.S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. p.35-47.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 777p, 2006. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em 04 de Maio de 2017.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; **Principais fatores que interferem no crescimento radicular das culturas anuais, com ênfase no potássio**. POTAFOS – Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Informações Agrônomicas nº 103 – setembro 2003. 7p.

KREYDIYYEH, S.I; USTA, J. Diuretic effect and mechanism of action of Parsley. **Journal of Ethnopharmacology**, v.79, n.3, p.353-357, 2002.

LACERDA, C.F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: Nogueira, R. J. C.; Araújo, E. L.; Willadino, L. G.; Cavalcante, U. (ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005, p.127-137.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LORA, E.E.S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília, ANEEL, 2000. 503p.

LUZ, J.M.Q.; ANDRADE, L.V.; DIAS, F.F.; SILVA, M.A.D.; HABER, L.L.; OLIVEIRA, R.C. Produção hidropônica de coentro e salsa crespa sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.4, p.589-597, 2012.

MACIEL, M.P.; SOARES, T.M.; GHEYI, H.R.; REZENDE, E.P.L.; OLIVEIRA, G.X.S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.165–172, 2012.

MAKISHIMA, N. Aspectos Gerais da cultura da salsa. **Informe Agropecuário**, v.10, n.20, p.78-80, 1984.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. **A avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFOS, 1997, 319p.

MARENCO, R.A.; ANTEZANA-VERA, S.A.; GOUVÊA, P.R.S.; CAMARGO, M.A.B.; OLIVEIRA, M.F.; SANTOS, J.K.S. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Ceres**, v.61, Suplemento, p.786-789, 2014.

MARIJUAN, M.P.; BOSCH, S.M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends in Plant Science**, v.18, p.660-666, 2013.

- MILLER, G.; SUZUKI, N.; CIFTCI-YILMAZ, S.; MITTLER, R. Reactive Oxygen Species Homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. **Plant Cell Environment**, v.33, n.4, p.453-67, 2010.
- MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 128p.
- MOAZEDI, A.A.; MIRZAIE, D.N.; SEYYEDNEJAD, S.M.; ZADKARAMI, M.R.; AMIRZARGAR A. Spasmolytic effect of *Petroselinum crispum* (Parsley) on rat's ileum at different calcium chloride concentrations. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.10, n.22, p.4036-4042, 2007.
- MÓGOR, A.F.; BARBIZAN, T.; PAULETTI, V.; OLIVEIRA, J.; BETTONI, M.M. Teores de clorofila em cultivares de tomateiro submetidas a aplicações foliares de magnésio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.4, p.363-369, 2013.
- MONTEIRO, J.G.; CRUZ, F.J.R.; NARDIN, M.B.; SANTOS, D.M.M. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.1, p.18-25, 2014.
- MORAES, D.P.; FERNANDES, A.L.M.; DIAS, N.S.; COSME, C.R.; SOUZA NETO, O.N. Rejeito salino e solução nutritiva em alface cultivada em sistema hidropônico. **Magistra**, v.26, n.3, p.353-360, 2014.
- MOZAFARIAN, V. **Flora of Iran**. Tehran: Forest & Rangelands Research Institute Press, 2007, 54p.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.67, n.3, p.645-663, 2005.
- NAMJOOYAN, S.; KHAVARI-NEJAD, R.; BERNARD, F.; NAMDJOYAN, S.; PIRI, H. The effect of cadmium on growth and antioxidant responses in the safflower (*Carthamus tinctorius* L.) callus. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v.36, p.145–152, 2012.
- NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; 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.

NIELSE, S.E.; YOUNG, J.F.; DANESHVAR, B.; LAURIDSEN, S.T.; KNUTHSEN, P. SANDSTROM, B.; DRAGSTED, L.O. Effect of parsley (*Petroselinum crispum*) intake on urinary apigenin excretion, blood antioxidant enzymes and biomarkers for oxidative stress in human subjects. **British Journal of Nutrition**, v.81, n.6, p.447-455, 1999.

NOBRE, R.G.; LIMA, G.S.; GHEYI, H.R.; LOURENÇO, G.S.; SOARES, L.A.A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.76-85, 2013.

NUNES, R.L.C.; DIAS, N.S.; MOURA, K.K.C.F.; SOUZA NETO, O.N.; COSTA, J.M. 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, F.A.; GUEDES, R.A.A.; GOMES, L.P.; BEZERRA, F.M.S.; LIMA, L.A.; OLIVEIRA, M.K.T. Interação entre salinidade e bioestimulante no crescimento inicial de pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.204-210, 2015.

OLIVEIRA, M.; MAIA, C.E. Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.17-21, 1998.

OZSOY-SACAN, O.; YANARDAG, R.; ORAK, H.; OZGEY, Y.; YARAT, A.; TUNALI, T. Effects of parsley (*Petroselinum crispum*) extract versus glibornuride on the liver of streptozotocin-induced diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacol**, v.104, p.175-181, 2006.

PÁPAY, Z.E.; KÓSA, I.; BOLDIZSÁR, I. RUSZKAI, A.; BALOGH, E.; KLEBOVICH, I.; ANTAL, I. Pharmaceutical and formulation aspects of *Petroselinum crispum* extract. **Acta Pharmaceutica Hungarica**, v.82, n.1, p.3-14, 2012.

PINTO, C.M.; TÁVORA, F.J.A.F.; PINTO, O.R.O. Relações hídricas, trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica. **Agropecuária Técnica**, v.35, n.1, p.31-40, 2014.

POTRICH, A.C.G.; PINHEIRO, R.R.; SCHMIDT, D. Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p.36-48, 2012.

PRIMAK, L.M.S.; BOVO, F.; PITTNE, E.; CHAGAS, M.M.; PEREZ, E. Avaliação da atividade antibacteriana de diferentes extratos de raiz de salsa. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v.12, n.1, p.94-100, 2013.

PRISCO, J.T.; GOMES FILHO, E.G.; MIRANDA, R.S. Physiology and biochemistry of plants growing under salt stress. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. p.163-176.

RENGEL, Z. The role of calcium in salt toxicity. **Plant Cell Environment**, v.15, p.625-632, 1992.

RODRIGUES, A.P.D.C; LAURA, V. A; CHERMOUTH, K. DA S; GADUM, J. Absorção de água por semente de salsa, em duas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.49-54, 2008.

SÁ, F.V.S.; BRITO, M.E.B.; SILVA, L.A.; FIGUEIREDO, L.C. Fisiologia da percepção do estresse salino em híbridos de tangerineira "Sunki Comum" sob solução hidropônica salinizada. **Comunicata Scientiae**, n.4, v.6, p.463-470, 2015.

SANTOS JÚNIOR, J. A. **Manejo de águas salinas e residuárias na produção de flores de girassol em sistema hidropônico para regiões semiáridas**. 2013. 236f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campinha Grande, Campina Grande.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, A.R.; DIAS, N.S.; MEDEIROS, S.S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, v.36, n.3, p.420-432, 2016.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, A.R.; MEDEIROS, S.S.; DIAS, N.S.; SANTOS, D.B. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.12, p.1152–1158, 2015b.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; GUEDES FILHO, D.H.

Crescimento do girassol em sistema semi-hidropônico sob estresse salino e densidades de plantio. **Irriga**, v.20, n.2, p.233-247, 2015a.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; GUEDES FILHO, D.H.; SOARES, F.A.L.;

DIAS, N.S. Efficiency of water use in sunflower grown in hydroponic system under saline stress. **Revista Engenharia Agrícola**, v.33, n.4, p.718-719, 2013.

SANTOS, F.X.; MONTENEGRO, A.A.A.; SILVA, J.R.; SOUZA, E.R. Determinação

do consumo hídrico da cenoura utilizando lisímetros de drenagem, no agreste pernambucano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.3, p.304-310, 2009.

SANTOS, K.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; ALMEIDA, B.G.; MONTENEGRO,

S.M.G.L.; ANDRADE, T.S.; FONTES JÚNIOR, R.V.P. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.8, p.828-835, 2012.

SANTOS, R.S.; DANTAS, D.C.; NOGUEIRA, F.P.; DIAS, N.S.; FERREIRA NETO,

M.; SANTOS GURGEL, M.T. Utilização de águas salobras no cultivo hidropônico da alface. **Irriga**, v.15, n.1, p. 111-118, 2010.

SANTOS, R.T. **Identificação e caracterização de corpos de água salinas no**

semiárido paraibano. 2008. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SÃO PAULO. Sabores da horta: do plantio ao prato. São Paulo: Coordenadoria de

desenvolvimento do agronegócio, 2015, 44p. Disponível em: <

http://www.codeagro.agricultura.sp.gov.br/uploads/publicacoesCesans/sabores_horta_web.pdf>. Acesso em 04 de Maio de 2017.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cheiro-verde:**

Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios, 2011, 32p. Disponível

em: <[http://uc.sebrae.com.br/files/institutional-](http://uc.sebrae.com.br/files/institutional-publication/pdf/cartilha_cheiro_verde_passo_a_passo.pdf)

[publication/pdf/cartilha_cheiro_verde_passo_a_passo.pdf](http://uc.sebrae.com.br/files/institutional-publication/pdf/cartilha_cheiro_verde_passo_a_passo.pdf)>. Acesso em 04 de Maio de 2017.

SILVA, A.O. KLAR, A.E.; SILVA, E.F.F.; TANAKA, A.A.; JÚNIOR, J.F.S. Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1143–1151, 2013.

SILVA, A.O.; SILVA, E.F.F.; KLAR, A.E. Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v.2, n.1, p.27-36, 2013.

SILVA, D.C.; CERCHIARO, G.; HONÓRIO, K.M. Relações patofisiológicas entre estresse oxidativo e arteriosclerose. **Química Nova**, v.34, n.2, p.300-305, 2011.

SILVA, E N.; RIBEIRO, R.V.; SILVA, S.L.F.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agricola**, v.68, n.1, p.62-68, 2011.

SILVA, E.N.; SILVEIRA, J.A.G.; RODRIGUES, C.R.F.; DUTRA, A.T.B.; ARAGÃO, R.M. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-mansô sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.2, p.240-246, 2009.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro/Campinas: Embrapa Solos/ Embrapa Informática Agropecuária, 370p, 1999.

SILVA, S. **Flores do alimento**. São Paulo: Empresa das Artes, 1997.185 p.

SILVA, V.P.R.; TAVARES, A.L.; SOUSA, I.F. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo simples e dual do coentro. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.2, p.255-259, 2013.

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

SOARES, T.M.; DUARTE, S.N. SILVA, E.F.F.; PAZ, V.P.S.; OLIVEIRA, J.L.B. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. p.373-390.

SOUSA, G.G.; LACERDA, C.F.; CAVALCANTE, L.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; BEZERRA, M.E.; 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, n.11, p.1143–1151, 2010.

SOUSA, R.A. **Efeitos da salinidade e da composição iônica da água de irrigação sobre o desenvolvimento de plantas de feijão-de-corda cv. Pitiúba**. 2006. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOUZA NETA, M.L.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, R.T.; SOUZA, A.A.T.; OLIVEIRA, M.K.T.; MEDEIROS, J.F. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.7, n.2, p.154-161, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p.

TOPAK, R.; SÜHERI, S.; ACAR, B. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey. **Irrigation Science**, v.29, p.79-89, 2011.

TURKAN, I.; DEMIRAL, T. Recent developments in understanding salinity tolerance. **Environmental and Experimental Botany**, v 67, p.2-9, 2009

WILLADINO, L.; CAMARA, T.R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p.1-23, 2010.

WISNIEWSKI, M.E.; DROBY, S.; CHALUTZ, E.; ELAM, Y. Effects of Ca^{2+} and Mg^{2+} on *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* in vitro and on the biocontrol activity of *Candida oleophila*. **Plant Pathology**, v.44, p.1016-1024, 1995.

ZANANDREA, I.; NASSI, F.L.; TURCHETTO, A.C.; BRAGA, E.J.B.; PETERS, J.A.; BACARIN, M.A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.2, p.157-161, 2006.

ZHANG H.; CHEN F.; WANG X.; YAO, H. Evaluation of antioxidant activity of parsley (*Petroselinum crispum*) essential oil and identification of its antioxidant constituents. **Food Research International**, v.39, n.8, p.833-839, 2006.

ZHU, J.K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 6, n.5, p.441-445, 2003.

CAPÍTULO II

RELAÇÕES HÍDRICAS EM PLANTAS DE SALSA DESENVOLVIDAS EM SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALOBRAS DE FONTES CATIÔNICAS DISTINTAS

RELAÇÕES HÍDRICAS EM PLANTAS DE SALSA DESENVOLVIDAS EM SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALOBRAS DE FONTES CATIÔNICAS DISTINTAS

Resumo: Somado ao componente osmótico, a análise da resposta das plantas à variabilidade catiônica das águas é imprescindível no contexto do estresse salino. Neste sentido, entre outubro de 2017 e fevereiro de 2018, em Recife-PE (8° 1' 7" S e 34° 56' 53" O, e altitude média de 6,5 m), o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as relações hídricas em plantas de salsa (*Petrocelinum crispum*), cv. Graúda Portuguesa, cultivadas em soluções nutritivas salobras (condutividades elétricas de 1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7; 6,7 dS m⁻¹) preparadas em águas com naturezas catiônicas diferentes (NaCl, CaCl₂, KCl e MgCl₂). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 4, com cinco repetições. Dois ensaios foram realizados sequencialmente sob esta configuração estatística, no primeiro, a reposição da lâmina evapotranspirada foi efetuada com água de abastecimento (0,12 dS m⁻¹) e no segundo, com a respectiva água salobra. O incremento da salinidade da solução nutritiva influenciou as fitomassas frescas e secas e os percentuais de massa seca totais, da parte aérea e da raiz e, esse incremento proporcionou comportamento divergente na fisiologia da salsa frente às distintas naturezas catiônicas da água, sendo menos prejudicial com uso de água de abastecimento na reposição da lâmina.

Palavras-chave: *Petroselinum crispum*, cultivo sem solo, teor de água.

WATER RELATIONS IN PARSLEY PLANTS CULTIVATED IN BRACKISH NUTRIENT SOLUTIONS OF DISTINCT CATIONIC NATURE

Abstract: In addition to the osmotic component, the ionic composition in the study of saline stress is fundamental, especially in plants exposed to different cationic nature. In this context, between October 2017 and February 2018, in Recife-PE (8° 1' 7" S e 34° 56' 53" W and average altitude of 6.5 m), the present study was conducted with the objective to evaluate the water relations in parsley plants cultivated in brackish nutrient solutions (electrical conductivity of 1.7; 2.7; 3.7; 4.7; 5.7; 6.7 dS m⁻¹) prepared in water with different cationic nature (NaCl, CaCl₂, KCl and MgCl₂). The experimental design was completely randomized, in a 6 x 4 factorial scheme, with five replications. Two assays were performed under this statistical configuration in the first the evapotranspired depth

replenishment was performed with supply water (0.12 dS m^{-1}) and in the second, with the respective brackish water. The increase in salinity of the nutrient solution influenced the fresh and dry phytomasses and the total dry mass percentages, of the aerial part and the root and this increase resulted in a divergent behavior in the physiology of the parsley plants due to different cationic natures of water, being less harmful with the replenishment of water depth with supply water.

Key words: *Petroselinum crispum*, cultivation without soil, water content.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre o estresse salino em plantas, especialmente no contexto do componente osmótico (NOBRE et al., 2014; SANTOS JÚNIOR et al., 2016), têm sido abordados por diferentes autores na produção de hortaliças folhosas (SILVA et al., 2013b; BORGES et al., 2014; BERNARDES et al., 2015; SANTOS JÚNIOR et al., 2015).

No entanto, as águas salobras são compostas por cátions (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} e Na^+) e ânions (HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- e SO_4^{2-}) (HOLANDA et al., 2016), dispostos em distintas proporções e combinações, que também causam outros impactos nas plantas (LIMA et al., 2018) e na solução nutritiva (TERRAZA et al., 2016).

Na perspectiva dos cultivos sem solo, os efeitos osmóticos e iônicos citados, têm sido trabalhados sob o viés do uso de estratégias de mitigação do estresse salino, a exemplo da reposição da lâmina evapotranspirada, como verificado em estudos com a rúcula e outras hortaliças sob estresse salino (SILVA et al., 2012; SILVA et al., 2015; SOARES et al., 2016; CAMPOS JÚNIOR et al., 2018).

Com efeito, estudos sobre a resposta das relações hídricas das hortaliças às distintas naturezas catiônicas de soluções nutritivas salobras ainda são insipientes, embora já se saiba que o consumo de água, teor de água da planta, bem como a eficiência do uso da água das hortaliças folhosas, são influenciados negativamente pelo componente osmótico do estresse salino (PAULUS et al., 2012; SILVA et al., 2013a; BIONE et al., 2014).

Diante disso, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as relações hídricas em plantas de salsa expostas a soluções nutritivas salobras de natureza catiônica diferente.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos entre outubro de 2017 e fevereiro de 2018 em casa de vegetação - tipo arco e com lanternim, vinculada ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE, Recife, PE ($8^{\circ} 1' 7''$ de latitude Sul e $34^{\circ} 56' 53''$ de longitude Oeste, e altitude de 6,5 m).

A cidade do Recife caracteriza-se com clima Am conforme Köppen e Geiger (ALVARES et al., 2013), com valores médios de temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade, respectivamente de 25,9 °C, 78,3% e 1.757 mm.

A estrutura experimental consistiu de um módulo hidropônico de baixo custo (SANTOS JÚNIOR et al., 2016). A estrutura é composta de um suporte de madeira impermeabilizada com tinta a óleo, com dimensões de 6 x 1,40 m, projetado com capacidade de suporte para 12 tubos de PVC de 6 m de comprimento e 100 mm de diâmetro. Nestes tubos, foram perfurados “células” circulares de 60 mm de diâmetro, espaçadas de forma equidistantes a cada 14 cm, considerando-se o eixo central de cada célula. Foram acoplados aos tubos, joelhos de mesma bitola, e a estes, uma torneira para saída de água, num sistema “tipo vertedouro” para induzir a existência de um nível constante de 4 cm de líquido dentro do tubo, em toda a sua extensão, disponibilizando equitativamente a solução para todas as plantas. Na saída dos joelhos, foi colocado um cap perfurado para viabilizar a troca gasosa por ocasião da queda de água de um tubo para o outro (Figura 1)

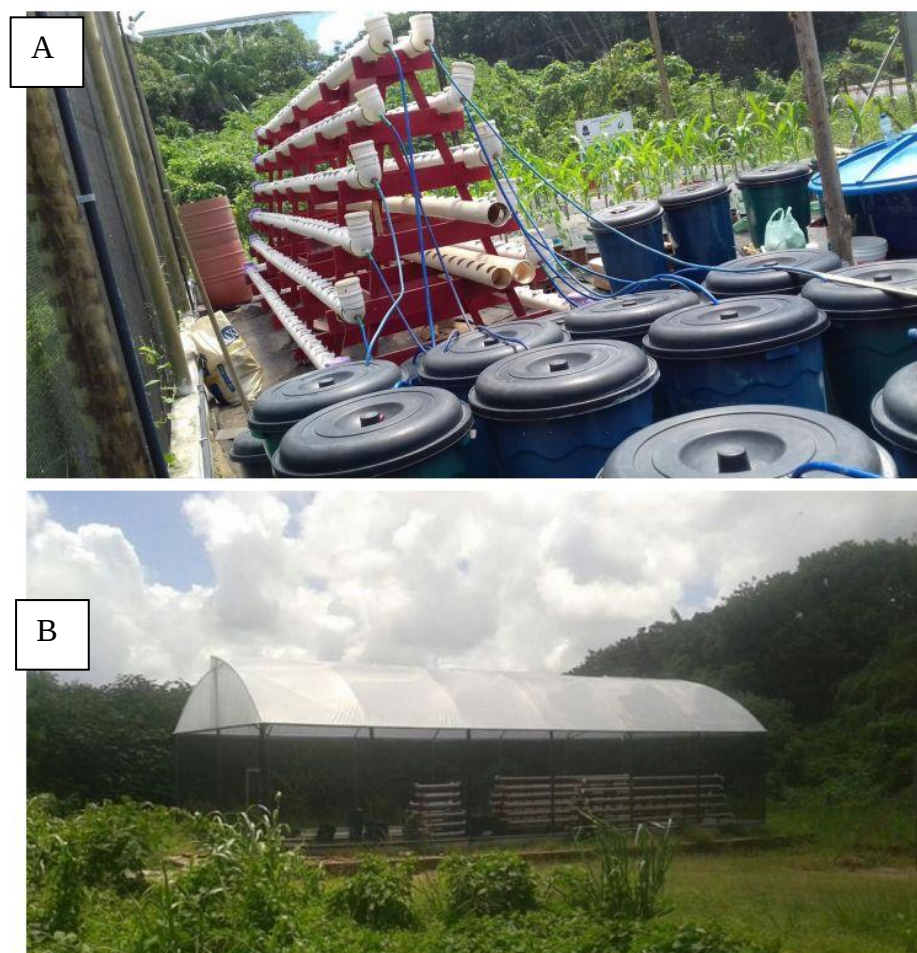


Figura 1: Vista do sistema hidropônico (A) e casa de vegetação (B) utilizados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 4, com cinco repetições contendo quatro plantas cada uma. Foram testados seis níveis de condutividade elétrica de soluções nutritivas ($CE_{sn} = 1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7; 6,7 \text{ dS m}^{-1}$) preparadas em água salobra, salinizada com NaCl, CaCl_2 , KCl e MgCl_2 . Conduziram-se dois experimentos sucessivos, no primeiro, a reposição da lâmina evapotranspirada foi efetuada com água de abastecimento da rede municipal (AB) com início em 13 de outubro de 2017 e, no segundo, com as respectivas águas salobras (AS) com início em 21 de dezembro de 2017.

As águas foram preparadas mediante a dissolução de quantitativos crescentes de NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, KCl e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ em água de abastecimento ($CE_a = 0,12 \text{ dS m}^{-1}$), estabelecendo-se a seguinte configuração de condutividade elétrica da água (CE_a): 0,12 (controle); 1,12; 2,12; 3,12; 4,12 e 5,12 dS m^{-1} . Estas águas foram armazenadas em reservatórios de 90 L e, em seguida, para obter solução nutritiva, solubilizou-se o

quantitativo de fertilizantes proposto por Furlani et al. (1999) em todos os reservatórios (Tabela 1).

Tabela 1. Quantitativo de fertilizantes utilizados na solução nutritiva

Sal ou fertilizante	g 1.000 L ⁻¹
Nitrato de cálcio hydro especial (Ca(NO ₃) ₂)	750,00
Nitrato de potássio (KNO ₃)	500,00
Fosfato monoamônico (MAP)	150,00
Sulfato de magnésio (MgSO ₄)	400,00
Sulfato de Cobre (CuSO ₄)	0,15
Sulfato de zinco (ZnSO ₄)	0,50
Sulfato de manganês (MnSO ₄)	1,50
Ácido bórico (H ₃ BO ₃)	1,50
Molibdato de sódio (Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O)	0,15
Molibdato de amônio ((NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄)	0,15
Tenso-Fe (FeEDDHMA-6% Fe,)	30,00

O manejo da solução nutritiva foi individualizado por tubo, conforme tratamentos, e consistiu no reaproveitamento contínuo de cada nível de CE_{sn}. A reposição da lâmina evapotranspirada foi efetuada a cada sete dias e a recirculação da solução nutritiva manualmente, duas vezes por dia, sendo reaplicado/circulado um volume de solução equivalente ao dobro da capacidade do tubo até o limite de 0,04 m estabelecido.

O monitoramento da condutividade elétrica (CE_{sn}) e do pH_{sn} foi realizado a cada dois dias. No aspecto fitossanitário, não foram registradas incidências de pragas e doenças. Ao longo do experimento, no interior da casa de vegetação verificou-se temperatura média máxima de 39 e 36°C e mínima de 33,5 e 31,5 °C, bem como umidade relativa média máxima de 60,9 e 61,5 % e mínima de 43,8 e 44,6% para o primeiro e segundo experimento, respectivamente.

A cultura de referência foi a salsa ou salsinha (*Petrocelinum crispum*), cv. Graúda Portuguesa; o semeio foi realizado com 45 sementes em copos plásticos perfurados no fundo e lateralmente com capacidade para 180 mL, utilizando como substrato fibra de coco; inicialmente, a umidade foi mantida através da pulverização de água de abastecimento sobre as mudas, até o transplântio para o módulo hidropônico que ocorreu aos dez dias após o semeio (DAS), período necessário para emergência da salsa.

Durante o período de cultivo (50 DAS), avaliaram-se o consumo hídrico (CH) através do volume diário evapotranspirado por planta, que foi calculado, dividindo-se a

água consumida no reservatório que contém a solução pelo número de plantas no canal de cultivo hidropônico, essa água consumida foi medida através de um balde milimetrado, que relacionava o volume contido no reservatório com a medição da altura da lâmina do fundo até o topo.

Foi avaliada a eficiência do uso da água em função da produção, pela seguinte equação:

$$EUA = \frac{Y}{CA}$$

Em que:

EUA = Eficiência do uso da água (g L^{-1});

Y = Produção (g planta^{-1});

CA = Consumo de água (L planta^{-1});

O teor de água na planta (TAP), na parte aérea (TAPA) e na raiz (TAR), conforme Benincasa (2003) dividindo-se a massa fresca pela massa seca total, da parte aérea e da raiz, índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBPA), conforme Benincasa (2003) dividindo-se a massa seca da parte aérea pela massa seca total e, a relação entre fitomassa de raiz e parte aérea, que foi calculada dividindo-se a massa seca total do sistema radicular pela massa seca total da parte aérea das plantas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para cada experimento individualmente, as médias relativas à natureza catiônica das águas foram comparadas pelo Tukey e às referentes à condutividade elétrica das soluções por regressão, ambas realizadas em 0,05 de probabilidade, usando o Software SISVAR para processamento dos dados (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

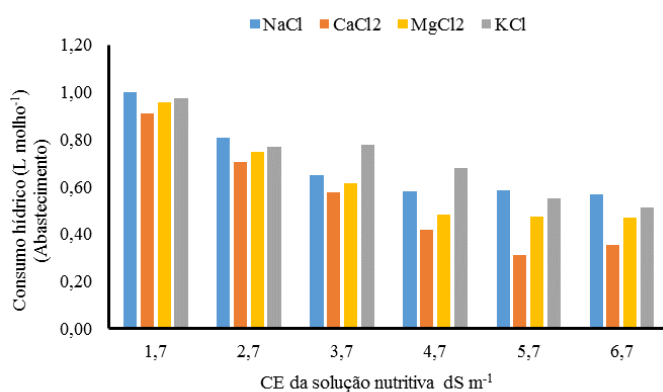
A condutividade elétrica da solução nutritiva (CE_{sn}) decresceu em todos os níveis e natureza catiônica estudadas, com a reposição da lâmina feita com água de abastecimento com amplitudes negativas de até 15% das CE_{sn} iniciais adotadas. Na reposição com água salobra, verificou-se aumento em relação à CE_{sn} inicial, que também foi observado por Silva et al. (2015) trabalhando com água salobra na reposição da lâmina evapotranspirada, nas naturezas catiônicas, foi observado que as CE_{sn} superior a $3,7 \text{ dS m}^{-1}$, à base de KCl (25,47%) principalmente, para o $MgCl_2$ (38,46%) a partir dos 35 DAS. Esta variação,

ultrapassou o limite de tolerância de 25% sugerido por Melo et al. (1999); no entanto, nas soluções à base de NaCl e CaCl₂ o acréscimo foi menor e basicamente o mesmo, 21,01 e 21,28%, respectivamente, aos 44 DAS.

A reposição com água de abastecimento decresceu o pH_{sn} em até 15%, a partir dos 35 DAS nas soluções à base de KCl, atingindo 5,5 no final do ciclo. No caso da reposição com água salobra, constatou-se maior amplitude negativa (11,47%) para a água de 3,7 dS m⁻¹ a partir do 35 DAS à base de KCl. Quando se utilizou NaCl, CaCl₂ e MgCl₂ a redução aos 50 DAS foi menor e com valores de 4,54; 7,93 e 9,67%, respectivamente. Em geral, as variações de pH_{sn}, neste estudo, não extrapolaram a faixa de 5,5 e 6,5 sugerida por Silva et al. (2018), o que acarretaria problemas na absorção dos nutrientes.

O consumo hídrico por planta com a reposição pela água de abastecimento (Figura 2A), sob soluções à base de CaCl₂ e MgCl₂ foram em média 45,95 e 20,05% mais baixa em relação ao consumo médio das demais naturezas catiônicas para o mesmo nível de CE_{sn} (5,7 dS m⁻¹), isto decorreu, provavelmente, do fato de que os cátions monovalentes podem ser absorvidos mais rapidamente do que os bivalentes (ABRAHÃO et al., 2014), corroborando com o fato de ter-se verificado em plantas sob soluções à base de NaCl e KCl consumo hídrico análogo para a maioria das CE_{sn}, exceto sob 3,7 e 4,7 dS m⁻¹.

A.



B.

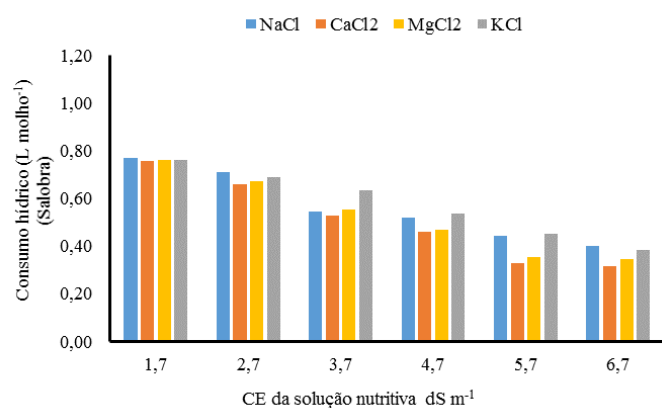


Figura 2. Consumo hídrico médio de plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa num ciclo de 50 dias, expostas a soluções nutritivas salobras de diferentes naturezas catiônicas. Reposição com água de abastecimento (A) e com respectiva água salobra (B).

Com efeito, nestas condições de reposição da solução, sob 1,7 dS m⁻¹, as plantas consumiram por semana, em média, 0,998; 0,909; 0,958 e 0,971 L molho⁻¹ durante todo o ciclo, quando se utilizou NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e KCl, respectivamente, enquanto sob 6,7

dS m⁻¹ o consumo médio foi de 0,568; 0,355; 0,468 e 0,510 L molho⁻¹ (Figura 2A), ou seja, sob um consumo médio inferior a 5 L de água durante o ciclo da cultura.

Com o uso de água salobra na reposição (Figura 2B), o consumo hídrico diminuiu com o incremento da CE_{sn} em todas as águas independentemente da natureza catiônica testada, conforme já verificado para alface e beterraba (PAULUS et al., 2012; SILVA et al., 2013a). Vale destacar, no entanto, o decréscimo no consumo hídrico das plantas sob solução à base de CaCl₂, principalmente para as concentrações de 5,7 e 6,7 dS m⁻¹.

Este fato pode ser atribuído a precipitação constatada nos reservatórios das soluções à base de CaCl₂, a partir da concentração de 5,7 dS m⁻¹, isto se deve à presença de fosfato na solução nutritiva, que contribui com a formação do fosfato de cálcio, que por sua vez favorece a formação de precipitados.

Sob reposição com água de abastecimento, a EUA-FFPA das plantas sob solução nutritiva à base de NaCl, MgCl₂ e KCl e reduziu à razão de 3,74; 4,12 e 4,73 g L⁻¹, respectivamente, por incremento unitário da CE_{sn}, enquanto que sob CaCl₂ verificou-se eficiência máxima (56,88 g L⁻¹) sob a CE_{sn} estimada em 3,37 dS m⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1. Eficiência do uso da água na produção de fitomassa fresca (EUA-FFPA) e seca da parte aérea (EUA-FSPA) das plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas às soluções nutritivas salobras preparadas em águas de naturezas catiônicas distintas, repostas com água salobra e de abastecimento

CE da solução nutritiva (dS m ⁻¹)								
	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	Equação de regressão	R ²
¹ EUA – FFPA (g L ⁻¹) – Abastecimento								
(CESn: p<0,05; NC: p<0,05; CESn vs NC: p<0,05; CV = 7,19%)								
NaCl	50,66a	53,24a	45,13bc	44,51b	40,02b	32,54a	y=-3,739**x+60,06	0,88
CaCl ₂	51,68a	55,3a	51,98a	55,92a	46,63a	28,5a	y=-2,368**x ² +15,95x+30,02	0,91
MgCl ₂	49,49a	45,44b	46,04b	43,49b	33,00c	28,59a	y = -4,1249**x + 58,333	0,87
KCl	53,88a	52,8a	40,11c	38,13c	39,25b	29,29a	y=-4,731**x+62,11	0,88
¹ EUA – FFPA (g L ⁻¹) – Salobra								
(CESn: p<0,05; NC: p<0,05; CESn vs NC: p<0,05; CV = 5,61%)								
NaCl	54,61a	56,40b	56,67b	56,09b	55,93b	55,34b	y = -0,2432**x ² + 2,0904x + 52,06	0,79
CaCl ₂	52,56a	55,13b	65,97a	65,48a	66,48a	63,64a	y = 1,18**x ² + 12,503x + 33,408	0,89
MgCl ₂	55,48a	62,31a	64,13a	66,62a	65,97a	58,5ab	y = -1,45**x ² + 13,023x + 37,344	0,93
KCl	53,53a	52,59b	50,30c	50,45c	55,22b	57,6b	y = 0,801**x ² -5,91x+61,66	0,88
¹ EUA – FSPA (g L ⁻¹) – Abastecimento								
(CESn: p<0,05; NC: p<0,05; CESn vs NC: p<0,05; CV = 13,30%)								
NaCl	8,14a	8,38ab	8,05ab	8,70ab	7,26b	6,49a	y = -0,169**x ² +1,110x+6,657	0,83
CaCl ₂	9,09a	9,22a	9,41a	9,92a	8,97a	7,33a	y = -0,239**x ² +1,753x+6,549	0,85
MgCl ₂	7,51a	7,05b	7,60b	7,88b	5,40c	4,78b	y = -0,231**x ² +1,415x+5,505	0,81
KCl	8,50a	7,55ab	7,22b	7,48b	8,23ab	7,05a		$\bar{y} = 7,67 \text{ g L}^{-1}$
¹ EUA – FSPA (g L ⁻¹) – Salobra								
(CESn: p<0,05; NC: p<0,05; CESn vs NC: p<0,05; CV = 8,48%)								
NaCl	10,96a	10,98b	12,59ab	12,68ab	13,21ab	13,24ab	y = 0,519**x+10,09	0,86
CaCl ₂	10,63a	11,75ab	13,17a	13,59a	14,79a	14,50a	y = 0,8254**x + 9,6049	0,91
MgCl ₂	11,26a	12,82a	13,56a	13,37a	13,97ab	13,76ab	y = 0,4503**x + 11,232	0,71
KCl	10,80a	10,48b	11,37b	11,31b	12,69b	12,75b	y = 0,446**x+9,61	0,83

¹Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas em nível de 0,05 da probabilidade pelo teste de média (Tukey)

A redução da eficiência do uso da água de fitomassa fresca em condições de estresse salino pode ser atribuída à queda na evapotranspiração e fixação de carbono pelas plantas com o aumento da condutividade elétrica da água e, em consequência diminuição da produção por volume consumido, conforme constatado também em outras hortaliças folhosas como a rúcula (SILVA et al., 2012) e coentro (SANTOS JÚNIOR et al., 2015).

Perante a CE_{sn} de 1,7 e 6,7 dS m⁻¹ não houve diferença (p > 0,05) entre a natureza catiônica na reposição com água de abastecimento e, as plantas sob preponderância de CaCl₂ apresentaram maior eficiência na reposição com água de abastecimento, enquanto

na reposição com água salobra a EUA-FFPA das plantas sob solução nutritiva à base de MgCl_2 foi superior às demais para a maioria dos níveis de CE_{sn} estudados (Tabela 1).

Fato que pode ter ocorrido, devido às reduções no rendimento das plantas, causadas pelos efeitos tóxicos provenientes do excesso do Na^+ e, do excesso de K^+ que acarreta acúmulo significativo de boro, um íon tóxico mesmo em baixas concentrações (FURLANI et al., 1976; DIAS et al., 2016).

A EUA-FFPA das plantas sob reposição com água salobra foram máxima sob a CE_{sn} estimada em 4,29 (56,55 g L⁻¹); 5,3 (66,36 g L⁻¹); 3,69 (50,74 g L⁻¹) e 4,48 dS m⁻¹ (66,52 g L⁻¹) para o NaCl, CaCl_2 , KCl e MgCl_2 , respectivamente (Tabela 1).

A reposição hídrica com água de abastecimento, verificou-se nas plantas expostas a solução nutritiva à base de KCl uma EUA-FSPA média de 7,67 g L⁻¹, enquanto para os demais sais, se verificou eficiência máxima estimadas em 3,27; 3,66 e 3,06 g L⁻¹ para o NaCl, CaCl_2 e MgCl_2 , respectivamente e, exceto sob 1,7 dS m⁻¹, plantas sob CaCl_2 apresentaram maior EUA-FSPA (Tabela 1).

Esses resultados de maior EUA-FFPA e EUA-FSPA nas soluções com preponderância de CaCl_2 estão em acordo com Damato Neto et al. (2014) e isso, em geral se justifica, devido às eficiências metabólicas no uso deste nutriente por estas plantas, com consequente aumento do peso da matéria seca da parte aérea (Tabela 1).

A reposição feita com água salobra crescimento linear da EUA-FSPA, em todas as naturezas catiônicas estudadas, com um aumento à taxa de 0,5194; 0,8254; 0,4663 e 0,4503 g L⁻¹ para NaCl, CaCl_2 , KCl e MgCl_2 respectivamente, a cada incremento da CE_{sn} na solução nutritiva (Tabela 1). Resultados semelhantes foram apresentados por Fernández-García et al. (2014) em Henna (*Lawsonia inermis* L.) submetida à alta salinidade, que observaram um uso eficiente da água pelas plantas que permitiu um aumento do ganho de carbono e realocação de carbono nas raízes.

Para o IPBPA das plantas sob reposição com água de abastecimento, foi verificado ponto máximo nas CE_{sn} estimadas em 5,12 (0,856); 4,21 (0,826) e 4,83 dS m⁻¹ (0,854) quando se utilizou solução à base de NaCl, MgCl_2 e KCl, respectivamente, enquanto que sob CaCl_2 estimou-se redução à razão de 0,0216 por aumento unitário de dS m⁻¹. Quando se comparou a natureza catiônica em cada CE_{sn} , só houve diferença significativa ($p < 0,05$) na CE_{sn} de 6,7 dS m⁻¹ para o CaCl_2 (Tabela 2), que foi maior em relação ao KCl e MgCl_2 e semelhante ao NaCl.

Tabela 2. Índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBPA) e relação fitomassa de raiz e parte aérea (r R/PA) de plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras preparadas em água com natureza catiônica distintas, repostas com água salobra e de abastecimento

CE da solução nutritiva (dS m ⁻¹)								
	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	Equação de regressão	R ²
¹ IPBPA (Abastecimento)								
(CESn: p<0,05; NC: p<0,05; CESnvsNC: p<0,05; CV = 4,08%)								
NaCl	0,753a	0,825a	0,838a	0,848a	0,8432a	0,840ab	y=-0,0108**x ² + 0,1108**x + 0,5721	0,89
CaCl ₂	0,778a	0,792a	0,860a	0,863a	0,870a	0,881a	y= 0,0216**x + 0,7506 R ² = 0,83	0,83
MgCl ₂	0,770a	0,812a	0,828a	0,829a	0,820a	0,785b	y=-0,008**x ² + 0,0674**x + 0,685	0,83
KCl	0,791a	0,804a	0,848a	0,857a	0,855a	0,808b	y=-0,0086**x ² + 0,0793**x + 0,6718	0,84
¹ IPBPA (Salobra)								
(CESn: p<0,05; NC: p<0,05; CESnvsNC: p<0,05; CV = 1,18%)								
NaCl	0,904a	0,900a	0,901a	0,900a	0,890a	0,889ab	y=-0,0031**x + 0,9107	0,79
CaCl ₂	0,899a	0,897a	0,894a	0,893a	0,880a	0,873c	y=-0,0053**x + 0,9119	0,88
MgCl ₂	0,903a	0,904a	0,901a	0,887a	0,889a	0,879bc	y=-0,0051**x + 0,9155	0,86
KCl	0,897a	0,890a	0,896a	0,896a	0,891a	0,896a	$\bar{y} = 0,89$	
¹ r R/PA (Abastecimento)								
(CESn: p<0,05; NC: p<0,05; CESnvsNC: p<0,05; CV = 3,55%)								
NaCl	0,263a	0,277a	0,278a	0,278a	0,286a	0,291a	y=0,0047**x + 0,2592	0,89
CaCl ₂	0,196a	0,199b	0,199b	0,208ab	0,209b	0,226a	y=0,0054**x + 0,1839	0,84
MgCl ₂	0,200a	0,212ab	0,207ab	0,206b	0,241ab	0,258a	y=0,0108**x + 0,1755	0,75
KCl	0,243a	0,255ab	0,260ab	0,266ab	0,270ab	0,270a	y=0,0054x + 0,2387	0,90
¹ r R/PA (Salobra)								
(CESn: p<0,05; NC: p<0,05; CESnvsNC: p<0,05; CV = 11,18%)								
NaCl	0,110a	0,113a	0,113a	0,113a	0,114b	0,118b	y=0,0013**x + 0,1086	0,78
CaCl ₂	0,112a	0,114a	0,118a	0,126a	0,131a	0,135a	y=0,005**x + 0,1019	0,97
MgCl ₂	0,113a	0,115a	0,119a	0,120a	0,126ab	0,130ab	y=0,0032**x + 0,1072	0,95
KCl	0,115a	0,120a	0,116a	0,115a	0,121ab	0,116b	$\bar{y} = 0,1177$	

¹ Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas em nível de 0,05 da probabilidade pelo teste de média (Tukey)

Na reposição com água salobra, o IPBPA diminuiu à taxa de 0,0031; 0,0053 e 0,0051 para NaCl, CaCl₂ e MgCl₂, respectivamente, ao passo que em plantas sob solução nutritiva à base de KCl se observou um IPBPA médio de 0,8945 independentemente da CE_{sn}. Não houve diferença significativa (p > 0,05) nesta variável quando se comparou as naturezas catiônicas dentro de cada CE_{sn} até 5,7 dS m⁻¹ no entanto, dentro do nível 6,7 dS m⁻¹, o IPBPA das plantas foi superior sob soluções à base de KCl e NaCl, o que evidencia uma menor condição de estresse utilizando esse dois sais (Tabela 2).

Numa análise geral, verifica-se que sob reposição com água salobra o IPBPA das plantas submetidas à água $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ foi maior que o constatado nas plantas sob $6,7 \text{ dS m}^{-1}$ em todas as naturezas catiônicas avaliadas. Entretanto, a reposição com água de abastecimento, observou-se o contrário, devido ao papel mitigador da reposição de água de abastecimento na solução nutritiva, que acarretou diluição para os níveis mais altos de salinidade e, em consequência disso, nesses maiores níveis de CE_{sn} havia um maior teor de nutrientes que os níveis mais baixos, proporcionando um maior desenvolvimento da parte aérea.

Resultados diferentes do observado por Campos Júnior et al. (2018) que trabalhando com estratégias de reposição da lâmina evapotranspirada com plantas de rúcula, notou decréscimo linear com o aumento da salinidade da solução nutritiva na reposição com água de abastecimento e salobra, com decréscimos à taxa de 0,0431 e 0,033 por incremento unitário da CE_{sn} , respectivamente.

Na reposição com água de abastecimento, a $r \text{ R/PA}$ aumentou linearmente em função da CE_{sn} em todas as naturezas catiônicas estudadas, à taxa de 0,0047; 0,0054; 0,0108 e 0,0054 para o NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$ e KCl, respectivamente. Quanto à natureza catiônica, dentro da CE_{sn} de 2,7 até $6,7 \text{ dS m}^{-1}$, verificou-se semelhanças ($p < 0,05$) entre a $r \text{ R/PA}$ das plantas sob solução à base de NaCl cujos resultados foram mais expressivos que os verificados nas demais naturezas catiônicas (Tabela 2).

Provavelmente, o aumento da salinidade provocou toxicidade através da absorção de Na^+ em grandes quantidades e, essa toxicidade sendo carregada para a parte aérea, inibiu o crescimento das plantas (SOARES et al., 2013).

Quanto a relação fitomassa raiz parte aérea nas plantas em que a reposição foi feita com água salobra, observa-se maior $r \text{ R/PA}$ nas plantas desenvolvidas na água de CE_{sn} $6,7 \text{ dS m}^{-1}$, com resultados 1,07; 1,20 e 1,15 vezes maior que a testemunha ($1,7 \text{ dS m}^{-1}$) para NaCl, $CaCl_2$ e $MgCl_2$, respectivamente, com efeito, destaca-se o fato de não ter ocorrido variação significativa ($p > 0,05$) com o aumento da CE_{sn} quando se utilizou KCl (0,1177) (Tabela 2).

Para esta mesma variável, a análise das naturezas catiônicas dentro de cada CE_{sn} testada, verificou-se diferença ($p < 0,05$) entre a $r \text{ R/PA}$ de plantas sob solução à base de NaCl e $CaCl_2$ sob 5,7 e $6,7 \text{ dS m}^{-1}$, sendo verificado médias mais expressivas nas soluções à base de $CaCl_2$, que apesar de um excesso de cálcio existente na solução nutritiva, houve precipitação de fosfato de cálcio no reservatório, o que não proporcionou às raízes uma absorção adequada de água e nutrientes, para um bom desenvolvimento da parte aérea (Tabela 2).

Da mesma maneira que Silva et al. (2013b) analisando plantas de rúcula utilizando hidroponia NFT e Sá et al., (2013) sob semi-hidroponia, verificaram um aumento da relação raiz/parte aérea que é entendido como uma reação da planta ao estresse com uma redução no acúmulo de matéria seca na parte aérea, proporcionando redução na área de transpiração.

Em relação ao teor de água nas plantas (TAP), sob reposição com água de abastecimento, obteve-se umidade máxima (85,04%) nas plantas tratadas com todas as naturezas catiônicas testadas na CE_{sn} estimada de $2,76 \text{ dS m}^{-1}$, na reposição com água salobra o TAP decresceu linearmente ao nível de 0,458% a cada dS m^{-1} de incremento na solução (Tabela 3). Em ambas as reposições, o teor de água na planta foi abaixo do valor médio de 88,7% verificado para a salsa (UNICAMP, 2011).

Tabela 3. Teor de água na planta (TAP), parte aérea (TAPA) e raiz (TAR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras preparadas em água com natureza catiônica distintas, repostas com água salobra e de abastecimento

CE da solução nutritiva (dS m ⁻¹)								
	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	Equação de regressão	R ²
¹ TAP % (Abastecimento) y=-0,166**x ² +0,918x+83,77 R ² = 0,92								
(CEsn: p<0,05; NC: p>0,05; CEsnvsNC: p>0,05; CV = 2,74%)								
¹ TAP % (Salobra) y=-0,458**x+82,22 R ² = 0,89								
(CEsn: p<0,05; NC: p>0,05; CEsnvsNC: p>0,05; CV = 2,31%)								
¹ TAPA % (Abastecimento) y= -0,9543**x + 86,048 R ² = 0,97								
(CEsn: p<0,05; NC: p<0,05; CEsnvsNC: p>0,05; CV = 3,80%)								
	NaCl	CaCl ₂	MgCl ₂	KCl				
	82,02a	81,35b	81,65b	82,12a				
¹ TAPA % (Salobra)	y=-0,5326**x+80,88 R ² = 0,88							
(CEsn: p<0,05; NC: p>0,05; CEsnvsNC: p>0,05; CV = 2,95%)								
¹ TAR % (Abastecimento)								
(CEsn: p<0,05; NC: p<0,05; CEsnvsNC: p<0,05; CV = 2,46%)								
NaCl	86,19a	90,08a	90,97a	90,94a	90,93ab	89,84ab	y= -0,5089**x ² + 4,8684x + 79,839	0,92
CaCl ₂	88,56a	89,33a	91,93a	91,55a	91,69a	91,02a	y=-0,3043**x ² + 3,0989x + 83,92	0,88
MgCl ₂	86,82a	89,67a	90,28a	89,70a	89,29b	87,98b	y=-0,4443**x ² + 3,8486x + 81,926	0,90
KCl	87,57a	88,36a	91,35a	91,35a	90,34ab	89,06ab	y=-0,4705**x ² + 4,3351x + 81,137	0,85
TAR % (Salobra) y=-0,3314**x + 89,422 R ² = 0,97								
(CEsn: p<0,05; NC: p<0,05; CEsnvsNC: p>0,05; CV = 1,30%)								
	NaCl	CaCl ₂	MgCl ₂	KCl				
	88,5a	87,67b	87,38b	88,87a				

¹Letras comparam as naturezas catiônicas das águas salobras utilizadas no preparo da solução nutritiva. Todas as análises foram efetuadas em 0,05 de probabilidade

O TAPA sob reposição com água de abastecimento foi reduzido à razão de 0,954% por incremento unitário da CE_{sn} provocando perda de 5,54%. Situação semelhante, mas com menor perda, ocorreu quando a reposição foi feita com água salobra, numa redução linear de 0,53% por aumento unitário de $dS\ m^{-1}$. Ao comparar o efeito da natureza catiônica, sob reposição com água de abastecimento, não se verificou diferença ($p < 0,05$) entre o TAPA das plantas sob soluções à base de $CaCl_2$ e $MgCl_2$, sendo que estas diferiram ($p < 0,05$) e foram inferiores aos resultados sob $NaCl$ e KCl (Tabela 3).

O TAR em reposição com água de abastecimento foi máximo (91,48; 91,81; 89,85 e 91,11) sob as CE_{sn} estimadas em 4,90; 4,25; 4,60 e 4,83 $dS\ m^{-1}$ para o $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ e KCl , respectivamente. Na análise da natureza catiônica dentro de cada CE_{sn} estudada, verificou-se que dentro dos níveis de 5,7 e 6,7 $dS\ m^{-1}$ destacou-se ($p < 0,05$) o TAR das plantas sob solução à base de $CaCl_2$, com resultados menos expressivos verificados sob $MgCl_2$ (Tabela 3).

Sob reposição com água salobra, o TAR diminuiu, à razão de 0,331% por incremento unitário da salinidade, decréscimo que também foi observado por Campos Júnior et al. (2018) com redução unitário de 0,8587% e uma variação de 7,72% no intervalo salino proposto (1,5 $dS\ m^{-1}$ a 9,0 $dS\ m^{-1}$) e, em relação à natureza catiônica, as maiores médias para o TAR foram encontradas sob circulação com solução à base de KCl (88,87%) e $NaCl$ (88,5%) em média, superior as médias sob $CaCl_2$ (87,67%) e $MgCl_2$ (87,38%) (Tabela 3).

CONCLUSÕES

1. O aumento da concentração da solução nutritiva comprometeu os teores de água na parte aérea e na raiz, índice de biomassa da parte aérea e eficiência do uso da água, contudo quando a reposição da lâmina evapotranspirada foi realizada com água de abastecimento esses efeitos foram reduzidos
2. Na reposição com água salobra, a eficiência do uso da água, o teor de água, a relação raiz parte aérea e o índice de produção de biomassa da parte aérea das plantas sob condutividade elétrica da solução nutritiva superior a 5,7 $dS\ m^{-1}$ à base de $CaCl_2$ não sofreram danos, decorrente da precipitação verificada nos reservatórios.

3. O aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva sob reposição com água de abastecimento e cada tipo de água salobra inibiu a eficiência do uso da água, o índice de produção de biomassa e o teor de água das plantas.

4. De maneira geral, a ordem dos efeitos pelas espécies catiônicas em função da reposição da água evapotranspirada foi: a) reposição com água de abastecimento: CaCl_2 e $\text{NaCl} > \text{KCl} > \text{MgCl}_2$; b) reposição com água salobra CaCl_2 e $\text{NaCl} > \text{MgCl}_2 > \text{KCl}$.

LITERATURA CITADA

ABRAHÃO, C.; BÔAS, R. L. V.; BULL, L. T. Relação K:Ca:Mg na solução nutritiva para a produção de minitomate cultivado em substrato. *Irriga*, v.19, p.214-224, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; CENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: Noções básicas. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.

BERNARDES, P. M.; MENGARDA, L. H. G.; LOPES, J. C.; NOGUEIRA, M. U.; RODRIGUES, L. L. Qualidade fisiológica de sementes de repolho de alta e baixa viabilidade sob estresse salino. *Nucleus*, v.12, p.77-86, 2015.

BIONE, M. A. A.; PAZ, V. P. S.; SILVA, F.; RIBAS, R. F.; SOARES, T. M. Crescimento e produção de manjerição em sistema hidropônico NFT sob salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.1228-1234, 2014.

BORGES, C. T.; DEUNER, C.; RIGO, G. A.; OLIVEIRA, S.; MORAES, D. M. O estresse salino afeta a qualidade fisiológica de sementes de rúcula? *Enciclopédia Biosfera*, v.10, p.1049-1057, 2014.

CAMPOS JÚNIOR, J. E.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, E. F. F.; MARTINS, J. B.; ROLIM, M. M. Consumption, efficiency and water content of arugula under different management of brackish nutritional solutions. *Engenharia Agrícola*, v.38, n.6, p.885-892, 2018.

- DAMATO NETO, J.; SANTOS, M. A.; SOARES, A. C.; MATOS NETO, F. C.; SOUZA, C. M. Avaliação do sistema radicular e eficiência nutricional de cálcio e magnésio em mudas de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel, v.9, p.307-312, 2014.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. S. FERREIRA, J. F. S.; SOUZA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (eds.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados. 2.ed. Fortaleza, CE: INCTSal, 2016. Cap.11, p.151-162.
- FERNAÁNDEZ-GARCÍA, N.; OLMOS, E.; BARDISI, E.; GARMA, J. G.; LÓPEZ-BERENGUER, C.; RUBIO-ASENSIO, J. S. Intrinsic water use efficiency controls the adaptation to high salinity in a semi-arid adapted plant, henna (*Lawsonia inermis* L.). Journal of Plant Physiology, v.171, p.64-75, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. Ciência & Agrotecnologia, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FURLANI, A. M. C.; CATANI, R. A.; MORAES, F. R. P.; FRANCO, C. M. Efeitos da aplicação de cloreto e de sulfato de potássio na nutrição do cafeeiro. Bragantia, v.35, n.2, p.349-364, 1976.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1999. 52p. Boletim Técnico, 180
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (ed.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. 2.ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. Cap.4, p.35-47.
- LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; AZEVEDO, C. A. V. DE; LIMA, V. L. A. Salinity and cationic nature of irrigation water on castor bean cultivation. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.22, p.267-272, 2018.

- MELO, A. M. T.; BETTI, J. A.; PIZZINATTO, M. A.; DECHEN, S. C. F.; FREITAS, S. S. Soluções nutritivas. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1999. Boletim Técnico, 1
- NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. *Revista Caatinga*, v.27, p.148–158, 2014.
- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. *Revista Ceres*, v.59, p.110-117, 2012.
- SÁ, F. V. DA S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.1047–1054, 2013.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. *Engenharia Agrícola*, v.36, p.420-432, 2016.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; MEDEIROS, S. S.; DIAS, N. S.; SANTOS, D. N. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, p.1152–1158, 2015.
- SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. F.; TANAKA, A. A.; SILVA JÚNIOR, J. F. Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.1143–1151, 2013a.
- SILVA, A. O.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim-PE. *Irriga*, v.17, p.114-125, 2012.
- SILVA, F. V.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S.; DIAS, N. S.; SANTOS, R. S. S.; MEDEIROS, P. R. F. Cultivo hidropônico de rúcula utilizando solução nutritiva salina. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, p.476-482, 2013b.

- SILVA, J. S.; PAZ, V. P. S.; SOARES, T. M.; ALMEIDA, W. F.; FERNANDES, J. P.
Production of lettuce with brackish water in NFT hydroponic system. *Semina: Ciências Agrárias*, v.39, n.3, p.947-962, 2018.
- SILVA, M. G.; SOARES, T. M.; OLIVEIRA, I. S.; SANTOS, J. C. S.; PINHO, J. S.; FREITAS, F. T. O. Produção de coentro em hidroponia NFT com o uso de águas salobras para reposição do consumo evapotranspirado. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.9, n.4, p.246 - 258, 2015.
- SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, F. H. F. Fisiologia e acúmulo de fitomassa pela mamoneira submetida a estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.8, p.247-256, 2013.
- SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; PAZ, V. P. S.; OLIVEIRA, J. L. B. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. (eds.). *Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados*. 2.ed. Fortaleza, CE: INCTSal, 2016. Cap.23, p.373-390.
- TERRAZA, S. P.; TERÁN, G. E. G.; CARRASCO, W. R.; VERDUGO, S. H. Relación NO_3^-/K^+ en la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de pepino hidropónico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, v.7, p.1389-1400, 2016.
- UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. *TACO: Tabela brasileira de composição de alimentos*. 4.ed.rev.ampl. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA)/UNICAMP, 2011. 161p.

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO DA SALSA SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS PREPARADAS EM ÁGUAS SALOBRAS COM DIFERENTES NATUREZAS CATIÔNICAS

PRODUÇÃO DA SALSA SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS PREPARADAS EM ÁGUAS SALOBRAS COM DIFERENTES NATUREZAS CATIÔNICAS

RESUMO: As águas salobras podem apresentar variação na sua composição química, interferindo em diferentes respostas das plantas frente ao estresse, então, o presente trabalho objetivou-se em avaliar os componentes de produção da salsa submetida a níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva com seis níveis crescentes ($CE_{sn} = 1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7$ e $6,7 \text{ dS m}^{-1}$) em interação com quatro tipos de sais NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 e KCl . O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial com cinco repetições. Foram utilizadas duas estratégias para reposição do volume consumido pelas plantas de salsa, no primeiro experimento, a reposição foi com água de abastecimento municipal ($CE_a = 0,12 \text{ dS m}^{-1}$), e no segundo com as respectivas águas salobras. Foram avaliadas a massa fresca e seca total, da parte aérea e da raiz, bem como o percentual de massa seca total da parte aérea e da raiz. A resposta das plantas às diferentes naturezas catiônicas foi mais evidente nos maiores níveis de condutividade elétricas testados e o uso de água de abastecimento na reposição da lâmina evapotranspirada mitigou os efeitos deletérios da salinidade, além disso foram verificadas maiores reduções nas massas frescas e secas quando a reposição do volume consumido foi com as águas salobras.

Palavras-chave: *Petroselinum crispum*, salinidade, natureza catiônica, hidroponia.

PRODUCTION OF PARSLEY UNDER NUTRIENT SOLUTIONS PREPARED IN BRACKISH WATER WITH DIFFERENTS CATIONIC NATURES

Abstract: Brackish waters may vary in their chemical composition, interfering with different plant responses to stress, therefore, the present study was aimed to evaluate production components of parsley plants submitted to levels of electrical conductivity in the nutrient solution initially with $EC_{ns} = 1.58 \text{ dS m}^{-1}$ that were solubilized in waters with the following water electrical conductivity configuration (EC_w): 0.12 (control) 1.12, 2.12, 3.12, 4.12 and 5.12 dS m^{-1} resulting in six increasing levels ($EC_{ns} = 1.7; 2.7; 3.7; 4.7; 5.7$ and 6.7 dS m^{-1}) in interaction with four types of salts NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 and KCl . The experimental design was completely randomized, in factorial scheme with five replicates. Two strategies were used to restore the volume consumed by the parsley plants and the replacement was with municipal water supply ($EC_a = 0.12 \text{ dS m}^{-1}$) in the first one and with the respective brackish waters in the second one. The total fresh and dry weight

of shoot and root were evaluated, as well as the percentage of total dry mass of shoot and root. Plants' response to different cationic natures was more evident at the highest levels of electrical conductivity tested, and the use of municipal-supply water to replace the evapotranspired depth mitigated the deleterious effects of salinity, in addition, greater reductions were observed in the fresh and dry mass when the replacement of the volume consumed was with the brackish waters.

Key words: *Petroselinum crispum*, salinity, hydroponics, cationic nature.

INTRODUÇÃO

A salsa é uma erva pertencente à família das Apiaceae e suas folhas são amplamente utilizadas na culinária, seja cozida ou crua. É considerada, também, como importante fonte de vitaminas, além de compostos como flavonóides, carotenóides e ácido ascórbico (MAODAA et al., 2016), os quais são compostos bioativos que apresentam capacidade antioxidante e têm sido associados à proteção da saúde humana contra doenças degenerativas crônicas (LAKO et al., 2007; REIS et al., 2015).

Os estudos com a salsa têm como foco principal a sua utilização como fonte de alimento e os seus efeitos na saúde humana (SNOUSSI et al., 2016; NIRUMAND et al., 2018), no entanto pesquisas relacionadas a produção dessa hortaliça ainda são escassas, em especial no contexto do Semiárido Brasileiro.

Nesta região do Brasil, as águas subterrâneas que, por vezes, são as únicas disponíveis para a agricultura, são caracterizadas pelo alto teor de sais (MONTENEGRO et al., 2012), o que constitui, um fator limitante para a agricultura irrigada, visto que a salinidade interfere nas funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causando diminuição na produção e rendimento das culturas (TORRES et al., 2014; MUNNS; GILLIHAM, 2015).

Especificamente sobre a salinidade das águas do Semiárido Brasileiro, Holanda et al. (2016) comentam que a maioria dos mananciais contém sais de diferentes naturezas (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , CO_3^- , HCO_3^- , Cl^- e SO_4^{2-}) em diferentes quantidades, o que, a depender do uso agrícola, pode resultar em reações de precipitação, que restringem a absorção de alguns nutrientes pelas plantas; em interações antagônicas entre os nutrientes durante o processo de absorção radicular e, também, em alterações no pH da solução (SANTOS et al., 2017).

Posto isso, o arrolamento de águas salobras na produção agrícola não pode prescindir do uso de técnicas de cultivo adequadas e de formas de manejo que lhe são

precípuas, a exemplo dos cultivos hidropônicos (SANTOS JÚNIOR et al., 2015) e de estratégias de uso da água salobra na reposição da água metabolizada pelas plantas (BIONE et al., 2014).

Em cultivos hidropônicos, o reordenamento energético do potencial da água, decorrente da ausência da matriz do solo, favorece o uso de águas salobras no processo produtivo, proporcionando, para o mesmo nível de salinidade, resultados mais expressivos em relação ao cultivo em solo (SANTOS JÚNIOR et al., 2015).

Mesmo no contexto do cultivo hidropônico, estratégias de uso de águas salobras no preparo e na reposição da solução nutritiva evapotranspirada com águas de diferentes condutividades elétricas (FREITAS et al., 2014; CAMPOS JÚNIOR et al., 2018) podem mitigar ainda mais o efeito dos sais sobre as plantas (GUEDES et al., 2015), além de racionalizar o uso de águas com diferentes teores de sais, aumentando a oferta hídrica (SANTOS JÚNIOR et al., 2016).

Em suma, a produção de hortaliças folhosas em hidroponia, utilizando águas salobras no preparo e manejo da solução nutritiva, tem sido estudada e recomendada por diferentes autores (REBOUÇAS et al., 2013; SOUZA NETA et al., 2013; BIONE et al., 2014; SANTOS JÚNIOR et al., 2015; SILVA et al., 2015), inclusive com indicativos de alta produtividade, colheita precoce, menos uso de agrotóxico, dentre outras vantagens, além disso, em condições hidropônicas ocorrem mudanças físicas nos níveis de energia, devido à ausência de solo, o potencial matricial tende a ser zero tornando o potencial osmótico influência decisiva sobre o potencial total (SANTOS JÚNIOR et al., 2015).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os componentes de produção e teor de matéria seca de plantas de *Petroselinum crispum* expostas à níveis isosmóticos de condutividade elétrica de soluções nutritivas salobras, preparadas em águas salinizadas à base de NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e KCl.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois diferentes ensaios foram conduzidos entre os meses de outubro de 2017 e fevereiro de 2018, em ambiente protegido, nas dependências da UFRPE, Recife – PE (8°17'S e 34°56'53" O, e altitude média de 6,5 m). com as seguintes dimensões: 6,0 m de largura, 18,0 m de comprimento, 4,0 m à direita e 5,5 m na parte mais alta da estrutura. A cobertura do teto consistiu de uma manta de polietileno transparente, de baixa densidade, que foi utilizada contra os efeitos dos raios ultravioleta.

Durante os experimentos, dentro do ambiente protegido, as temperaturas médias máxima e mínima foram de 37,5 ° C e 31° C, respectivamente, com valores médios máximos e mínimos de umidade relativa do ar de 62,5% e 45,3%, respectivamente. Ambas as medidas foram realizadas usando um termômetro digital. Não houve interferência negativa do clima no desenvolvimento das plantas.

Adotou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, analisado em esquema fatorial 6x4, com cinco repetições. Testou-se seis níveis condutividade elétrica (CE_{sn}) de soluções nutritivas salobras (1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7 e 6,7 dS m⁻¹) preparadas em águas salinizadas com NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e KCl. Os experimentos diferenciaram-se apenas pela água utilizada na reposição dos reservatórios individuais de solução nutritiva, cujo volume, naturalmente era reduzido pelo consumo das plantas, ou seja, no primeiro ciclo, utilizou-se água de abastecimento (AB) ($CE=0,12$ dS m⁻¹) e, no segundo a respectiva água salobra (AS) utilizada no preparo da solução nutritiva.

O sistema hidropônico adotado consistiu de calhas à base de tubos de PVC com 6 m de comprimento e 100 mm de diâmetro com furos de 60 mm de diâmetro a cada 0,14 m; nas duas extremidades, foram instalados joelhos e, em uma delas, adaptou-se uma torneira que garantia a formação de uma lâmina de solução nutritiva dentro do tubo, instalado em nível (SANTOS JÚNIOR et al., 2016).

A cultura de referência foi a salsa ou salsinha (*Petrocelinum crispum*), cv. Graúda Portuguesa. Utilizou-se copos de plástico descartável de 180 ml, perfurados no fundo e no terço final das laterais, que foram preenchidos com fibra de coco para o semeio de 45 sementes. Nos dez primeiros dias após o semeio (DAS) a umidade do substrato foi mantida com duas aplicações diárias de 20 ml de água com baixa concentração de sais ($CE= 0,12$ dS m⁻¹) (Figura 1).



Figura 1: Produção de salsa sob soluções nutritivas preparadas em águas salobras

Quanto ao manejo da solução nutritiva, adotou-se um sistema fechado, ou seja, a solução nutritiva foi preparada apenas uma vez no início do experimento; duas vezes ao dia (7 e 15 horas) era aplicado 20 litros de solução nutritiva aos tubos e o excedente, por meio de mangueiras, retornava ao reservatório. O nível deste reservatório foi repostado a cada 7 dias, utilizando AB ou AS, no primeiro e segundo ciclo, respectivamente. A variação da CE_{sn} e do pH da solução nutritiva (pH_{sn}) foram monitorados a cada dois dias e, quanto aos aspectos fitossanitários da cultura, não se verificou incidência de pragas e doenças durante os ciclos de cultivo.

As águas salobras foram preparadas através da diluição de quantitativos crescentes de NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$ e KCl em água de abastecimento ($CE=0,12 \text{ dS m}^{-1}$), estabelecendo-se a seguinte configuração 0,12; 1,12; 2,12; 3,12; 4,12 e 5,12 $dS m^{-1}$. Estas águas foram acondicionadas em reservatórios de 90 L e, em seguida, solubilizou-se os fertilizantes no quantitativo recomendado por Furlani et al. (1999) para hortaliças folhosas, obtendo-se, assim, as CE_{sn} já mencionadas.

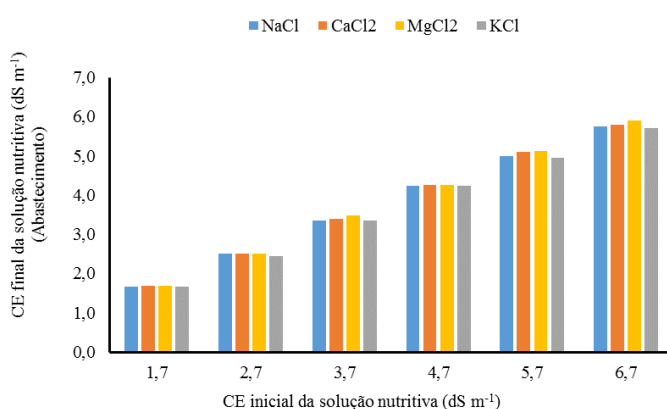
Ao final de cada ciclo (50 DAS), avaliou-se: a massa fresca e seca total (MFT e MST), da parte aérea (MFPA e MSPA) e da raiz (MFR e MSR) - as amostras frescas foram coletadas, pesadas em balança de precisão de 0,01g, e acondicionadas, separadamente, em sacos de papel devidamente identificados e levados para secar em estufa de aeração forçada a 60°C até a obtenção de peso constante. De posse dos resultados obtidos, foram calculados os percentuais de %MSPA, %MSR e %MST relacionando a massa seca à massa fresca, através da seguinte equação: $\%MS = (\text{massa seca} / \text{massa úmida}) \times 100$

Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio de teste F. As condutividades elétricas das soluções nutritivas (fatores quantitativos) foram comparadas mediante análise de regressão e as naturezas catiônicas da água (fatores qualitativos) por meio do teste de médias (Tukey). Todas as análises foram realizadas em 0,05 de probabilidade com auxílio de um programa estatístico (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma tendência de redução foi observada nas CEs_n quando a água de abastecimento municipal foi utilizada na reposição para todos os níveis estudados, especialmente 5,7 dS m⁻¹ e 6,7 dS m⁻¹, ambos na solução nutritiva preparada com KCl, em comparação com os valores iniciais (Figura 2A).

A.



B.

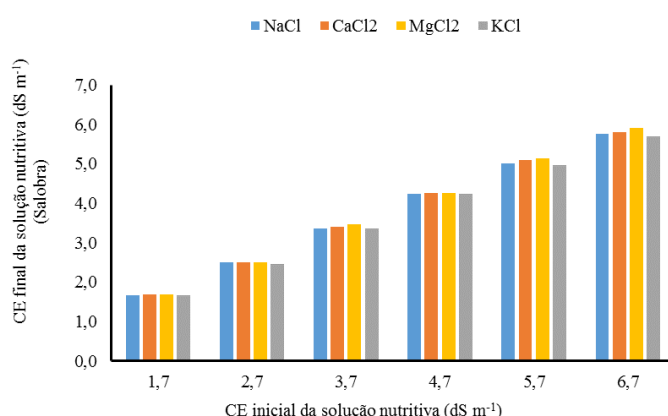
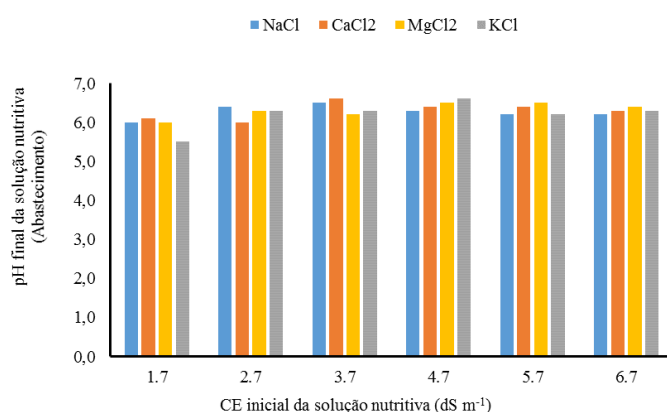


Figura 2. Condutividade elétrica da solução nutritiva sob reposição com água de abastecimento (A) e salobra (B) para as plantas de salsa (cv. Graúda portuguesa) cultivadas em hidroponia de baixo custo ao final do ciclo de 50 dias.

Em substituição à água salobra, houve uma tendência crescente, principalmente aos 35 DAS em níveis superiores a $3,7 \text{ dS m}^{-1}$, particularmente nas soluções preparadas com KCl e MgCl_2 , ambas a um nível de $6,7 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2B), em comparação com as CESn iniciais. Em geral, a redução observada nas CESn em substituição à água de abastecimento municipal pode ser atribuída à diluição de sais causada pela adição de água com poucos minerais ($0,12 \text{ dS m}^{-1}$). Inversamente, o aumento observado em substituição à água salobra foi decorrente do suprimento de sais após a reposição, o que também foi observado por campos Júnior et al. (2018), que trabalharam com rúcula e usaram água salobra na substituição do volume evapotranspirado.

Em relação aos pHns, em substituição à água de abastecimento em comparação com os valores iniciais no tratamento com base na KCl, houve reduções de até 15%, em uma EC de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, atingindo um valor de 5,5 no final do ciclo (50 DAS) (figura 3A).

A.



B.

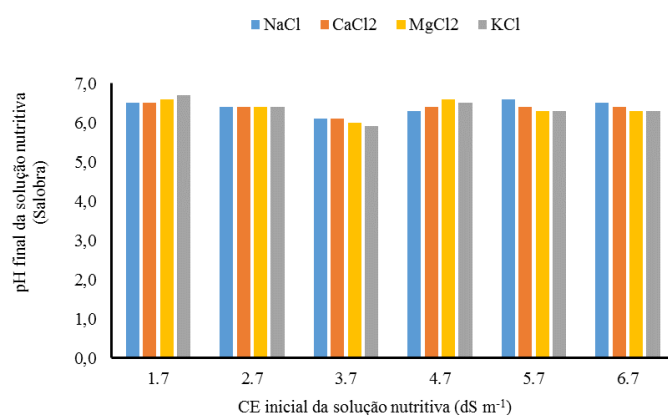


Figura 3. pH da solução nutritiva sob reposição com água de abastecimento (A) e salobra (B) para as plantas de salsa (cv. Graúda portuguesa) cultivadas em hidroponia de baixo custo ao final do ciclo de 50 dias.

Para o pH_{sn} sob reposição feita com AS, as maiores variações ocorreram sob o tratamento de $3,7 \text{ dS m}^{-1}$ na solução preparada em água à base de KCl, apresentando redução máxima de 11,47% (Figura 3B). Quanto ao pH_{sn} , as variações não ultrapassaram a faixa neste estudo, não extrapolaram a faixa de 5,5 e 6,5 sugerida por Silva et al. (2018), na qual, os nutrientes estão disponíveis em maior quantidade para as plantas.

Individualmente, os tratamentos ocasionaram diferença significativa ($p < 0,05$) na massa fresca total (MFT), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) sob reposição com água de abastecimento municipal. A interação entre os

tratamentos influenciou significativamente ($p < 0,05$) a MFT e a MFPA sob reposição com água de abastecimento.

Tabela 1. Resultados da massa fresca total (MFT), da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras com naturezas catiônicas distintas e repostas com água de abastecimento.

CE da solução nutritiva (dS m^{-1})							
	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	
¹ MFT (g) – Abastecimento (CE_{sn} : $p < 0,05$; NC: $p < 0,05$; CE_{sn} vsNC: $p < 0,05$; CV = 4,63%)							
NaCl	69,56a	58,37a	48,69a	38,72a	35,41a	29,84a	$y = -7,9271^{**}x + 80,059$; $R^2 = 0,966$
CaCl ₂	66,18a	52,43b	44,51bc	34,97bc	25,08b	20,41b	$y = -9,1554^{**}x + 79,049$; $R^2 = 0,985$
MgCl ₂	66,51a	46,92c	42,83c	34,55c	26,15b	21,93b	$y = -8,3854^{**}x + 75,034$; $R^2 = 0,942$
KCl	69,20a	54,41b	46,71ab	38,05ab	35,00a	29,89a	$y = -7,5269^{**}x + 77,156$; $R^2 = 0,942$
¹ MFPA (g) – Abastecimento (CE_{sn} : $p < 0,05$; NC: $p < 0,05$; CE_{sn} vsNC: $p < 0,05$; CV = 4,95%)							
NaCl	49,58a	42,92a	36,62a	28,83a	26,67a	23,01a	$y = -5,4111^{**}x + 57,332$; $R^2 = 0,970$
CaCl ₂	47,01a	38,86ab	33,08a	27,25a	18,56b	16,33b	$y = -6,2894^{**}x + 56,597$; $R^2 = 0,985$
MgCl ₂	45,73a	33,94b	32,87a	27,05a	20,61b	18,15b	$y = -5,2489^{**}x + 51,77$; $R^2 = 0,949$
KCl	49,95a	40,61ab	35,21a	28,45a	26,98a	22,78a	$y = -5,2429^{**}x + 56,017$; $R^2 = 0,951$
MFR (g) – Abastecimento							$y = 0,9543^{**}x + 86,048$; $R^2 = 0,9727$
(CE _{sn} : $p < 0,05$; NC: $p < 0,05$, CE_{sn} vsNC: $p > 0,05$; CV = 10,88%)							

¹Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas em nível de 0,05 da probabilidade pelo teste de média (Tukey). CE_{sn} – condutividade elétrica da solução nutritiva; NC – Natureza catiônica.

Na interação entre tratamentos sob reposição com água de abastecimento, houve uma redução linear na MFT em função dos níveis CE_{sn}, a partir do nível de 2,7 dS m^{-1} a MFT apresentou diferença ($p > 0,05$) para as naturezas catiônicas, com uma diferença de até 24,40% comparando os resultados das plantas sob NaCl e MgCl₂, uma análise que demonstra a diferença no efeito de diferentes sais nas plantas (Tabela 1).

Foram observadas reduções na MFPA sob reposição com água de abastecimento, além disso, a diferença ($p < 0,05$) no efeito de sais foi encontrada a partir de 2,7 dS m^{-1} , especialmente na MFT de plantas sob NaCl e KCl comparadas com CaCl₂ e MgCl₂ (Tabela 1).

Da mesma forma, ocorreu com a MFR sob reposição com água de abastecimento, que, apesar de não ter sido influenciada significativamente na interação entre os tratamentos, apresentou resultados mais expressivos quando cultivada em soluções à base de NaCl e KCl (Tabela 1).

Individualmente, os tratamentos ocasionaram diferença significativa ($p < 0,05$) na massa fresca total (MFT), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) sob reposição com água salobra. A interação entre os tratamentos influenciou significativamente ($p < 0,05$) MFR sob reposição com água salobra (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados da massa fresca total (MFT), da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras de naturezas catiônicas distintas e repostas com água salobra.

CE da solução nutritiva (dS m ⁻¹)							
	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	
MFT (g) – Salobra							y=-5,0017**x + 58,511; R ² = 0,9932
(CE _{sn} : p<0,05, NC: p<0.,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 4,46%)							
MFPA (g) – Salobra							y = -4,2546**x + 48,918; R ² = 0,9937
(CE _{sn} : p<0,05; NC: p<0,05,CE _{sn} vsNC: p>0,05, CV = 5,54%)							
¹ MFR (g) – Salobra (CE _{sn} : p<0,05; NC: p<0,05; CE _{sn} vsNC: p<0,05; CV = 4,71%)							
NaCl	8,24a	7,37a	6,75a	6,06a	5,33a	5,00ab	y = -0,6574**x + 9,2195; R ² = 0,9888
CaCl ₂	8,46a	7,42a	6,39a	5,63a	5,35a	5,17a	y = -0,6691**x + 9,2137; R ² = 0,9227
MgCl ₂	8,34a	7,35a	6,47a	5,83a	4,75a	4,29b	y = -0,8197**x + 9,6145; R ² = 0,9917
KCl	9,03a	8,17a	6,86a	6,17a	5,50a	4,86ab	y = -0,8443**x + 10,311; R ² = 0,9825

¹Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas em nível de 0,05 da probabilidade pelo teste de média (Tukey). CE_{sn} – condutividade elétrica da solução nutritiva; NC – Natureza catiônica.

Sob substituição com água salobra para MFT e MFPA foram observadas diferenças ($p < 0,05$) entre as naturezas catiônicas, em que as plantas cultivadas sob NaCl apresentaram resultados mais expressivos. Além disso, houve reduções lineares com o aumento da salinidade, independentemente da natureza catiônica utilizada na solução nutritiva (Tabela 2).

As reduções na MFT e na MFPA em hortaliças folhosas sob estresse salino em sistema hidropônico também foram encontradas por outros autores, por exemplo, em coentro (Rebouças et al., 2013) e manjerição (Bione et al., 2014), confirmando que a salinidade causa distúrbios no metabolismo das plantas, acarretando restrição do crescimento e perda de rendimento (Silveira et al., 2016). No entanto, apesar da diminuição da produção com o incremento de sais, foram observados valores de massa fresca de frutos satisfatórios atingindo até 50 g de salsa.

Para essas duas variáveis, é interessante notar que sob reposição com água salobra, sob alta CEs_n o efeito osmótico pode ser mais deletério do que o iônico em relação à produção de culturas.

Para o MFR, influência significativa na interação entre os tratamentos ($p < 0,05$) foi observada apenas na reposição com água salobra acima de 5,7 dS m⁻¹, diferente das demais partes da planta (Tabela 2). Vale destacar a diferença ($p < 0,01$) de 17% na MFR das plantas expostas ao CaCl₂ e ao MgCl₂, pode estar relacionada à menor absorção de Mg, isto porquê, ele possui energia de hidratação muito alta, o que faz com que sua atração por sítios de ligação na membrana plasmática seja particularmente baixa, determinando baixas taxas de absorção deste nutriente para as plantas (MARSCHNER, 1986) e, o Mg²⁺ é um nutriente indispensável na formação da massa das raízes, que proporciona um maior crescimento do sistema radicular.

A CEs_n ocasionou efeito significativo ($p < 0,05$) na massa seca total (MST), na parte aérea (MSPA) e na raiz (MSR) e nos percentuais de massa seca total (% MST) da parte aérea (%MSPA) e da raiz (%MSR) sob reposição com água de abastecimento. A interação entre os fatores teve influência significativa ($p < 0,05$) no MST, MSPA, MSR e %MSR, além de todos os anteriormente mencionados, o %MSR também foi afetado ($p < 0,05$) pela natureza catiônica (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados da massa seca total (MST), da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), bem como o percentual de massa seca total (%MST), da parte aérea (%MSPA) e da raiz (%MSR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras de naturezas catiônicas distintas e repostas com água de abastecimento.

CE da solução nutritiva (dS m ⁻¹)							
	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	
¹ MST (g) – Abastecimento (CE _{sn} : p<0,05; NC: p<0,05; CE _{sn} vsNC: p<0,05; CV = 5,66%)							
NaCl	11,78a	9,00a	7,92a	7,34a	6,64a	5,16a	y=-1,1646**x + 12,865; R ² = 0,9256
CaCl ₂	10,22a	8,71a	7,63a	6,90ab	4,42b	3,64b	y= -1,3286**x + 12,5; R ² = 0,9773
MgCl ₂	10,43a	8,87a	7,83a	5,50b	4,56b	3,96b	y= -1,3603**x + 12,572; R ² = 0,9731
KCl	10,69a	8,94a	7,81a	7,07a	6,50a	5,08a	y=-1,0317**x + 12,015; R ² = 0,9707
¹ MSPA (g) – Abastecimento (CE _{sn} : p<0,05; NC: p<0,05; CE _{sn} vsNC: p<0,05; CV = 5,69%)							
NaCl	8,36a	7,53a	6,83a	6,45a	5,85a	4,47a	y = -0,7106**x + 9,5661; R ² = 0,9672
CaCl ₂	8,14a	7,12a	6,73a	6,25a	4,00b	3,35b	y = -0,9654**x + 9,9865; R ² = 0,9361
MgCl ₂	8,24a	7,66a	6,86a	4,74b	4,00b	3,53b	y = -1,0471**x + 10,236; R ² = 0,9573
KCl	8,56a	7,34a	6,82a	6,34a	5,73a	4,42a	y = -0,7431**x + 9,6562; R ² = 0,9675
¹ MSR (g) – Abastecimento (CE _{sn} : p<0,05; NC: p<0,05; CE _{sn} vsNC: p<0,05; CV = 5,98%)							
NaCl	2,60a	1,77a	1,08a	0,88a	0,79a	0,69a	y = -0,3626**x + 2,8245; R ² = 0,8311
CaCl ₂	2,07a	1,59ab	0,90a	0,65a	0,41a	0,29a	y = -0,3626**x + 2,5078; R ² = 0,9290
MgCl ₂	2,18a	1,20b	0,96a	0,76a	0,56a	0,43a	y = -0,3106**x + 2,3194; R ² = 0,8403
KCl	2,13a	1,59ab	0,99a	0,82a	0,77a	0,66a	y = -0,2851**x + 2,3576; R ² = 0,8508
%MST (%) – Abastecimento (CE _{sn} : p<0,05; NC: p>0,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 14,63%)							y = 0,5209**x + 13,547; R ² = 0,816
%MSPA (%) – Abastecimento (CE _{sn} : p<0,05; NC: p<0,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 8,06%)							y = 0,9557**x + 13,941; R ² = 0,9724
¹ %MSR (%) – Abastecimento (CE _{sn} : p<0,05; NC: p<0,05; CE _{sn} vsNC: p<0,05; CV = 9,74%)							
NaCl	13,88a	9,91a	9,03a	9,06a	9,20ab	10,15ab	y = 0,5121**x ² – 4,8949x + 20,235; R ² = 0,9217
CaCl ₂	11,43a	11,06a	8,07a	8,54a	7,30b	8,47b	y = 0,2625**x ² – 2,9367x + 16,083; R ² = 0,8369
MgCl ₂	13,17a	9,62a	9,51a	10,29a	10,71a	12,02a	y = 0,4718**x ² – 4,0116x + 18,037; R ² = 0,8041
KCl	12,42a	11,63a	8,74a	8,64a	9,66ab	10,94a	y = 0,4641**x ² – 4,2816x + 18,781; R ² = 0,8652

¹Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas em nível de 0,05 da probabilidade pelo teste de média (Tukey). CE_{sn} – condutividade elétrica da solução nutritiva; NC – Natureza catiônica.

Houve redução linear na MST com o aumento de CEsn sob reposição de água de abastecimento. Entretanto, a diferença entre o efeito dos sais foi observada apenas a partir de $4,7 \text{ dS m}^{-1}$, com resultados mais expressivos relacionados a NaCl e KCl comparados com CaCl_2 e MgCl_2 , cuja diferença média alcançou 70,54% na CEsn de $6,7 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 3).

Uma redução linear também foi encontrada na MSPA à medida que aumentava a CEsn sob reposição com água de abastecimento. Analogamente, diferentes respostas à natureza catiônica foram observadas quando a água de abastecimento municipal foi utilizada na reposição, também a partir de $4,7 \text{ dS m}^{-1}$, especialmente sob NaCl e KCl, em comparação com CaCl_2 e MgCl_2 (Tabela 3).

Sob reposição com água de abastecimento, houve perdas de até 73,46%, 85,99, 80,27 e 69,01% na MSR de plantas expostas à solução nutritiva à base de NaCl, CaCl_2 , MgCl_2 e KCl, respectivamente, no intervalo salino de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ a $6,7 \text{ dS m}^{-1}$. Quanto à natureza catiônica da água, maiores resultados foram encontrados para NaCl e menores resultados foram observados para MgCl_2 no nível $6,7 \text{ dS m}^{-1}$.

Este comportamento semelhante para esses dois sais (NaCl e KCl), pode estar relacionado ao fato do potássio e do sódio apresentarem um mecanismo comum de absorção regulados pelas concentrações desses elementos na solução nutritiva, preconizando que os altos níveis de potássio podem modificar a captação e transporte de sódio e limitar os danos tóxicos desse nutriente (SCHACHTMAN; SCHROEDER, 1994; BLANCO et al., 2008).

Para o %MST e %MSPA sob reposição com água de abastecimento municipal, houve um aumento linear com o incremento na condutividade elétrica da solução nutritiva, com ganhos de 14,67% para %MST e 22,66% para %MSPA, porém apenas %MSPA demonstrou influência significativa ($p < 0,05$) na natureza catiônica, com maiores ganhos nas soluções à base de KCl (Tabela 3).

Para o %MSR, os valores mínimos foram de 8,53%; 7,86%; 9,50% e 8,90% nas soluções à base de NaCl, CaCl_2 , MgCl_2 e KCl, respectivamente. Em relação à natureza catiônica, a partir da concentração de $5,7 \text{ dS m}^{-1}$, resultados menos expressivos foram observados nas soluções à base de CaCl_2 (Tabela 3).

A CEsn ocasionou diferença significativa ($p < 0,05$) na massa seca total (MST), na parte aérea (MSPA) e na raiz (MSR) e nos percentuais de massa seca total (%MST) da parte aérea (%MSPA) e da raiz (%MSR) sob reposição com água salobra. A natureza catiônica teve influência significativa ($p < 0,05$) no MST, MSPA e %MSR (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados da massa seca total (MST), da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), bem como o percentual de massa seca total (%MST), da parte aérea (%MSPA) e da raiz (%MSR) de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras de naturezas catiônicas distintas e repostas com água salobra.

CE da solução nutritiva (dS m ⁻¹)					
1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7
MST (g) – Salobra					
(CE _{sn} : p<0,05; NC: p>0,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 7,82%)					y=-0,8089**x + 10,699; R ² = 0,9969
MSPA (g) – Salobra					
(CE _{sn} : p<0,05; NC: p>0,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 8,66%)					y = -0,74**x + 9,648; R ² = 0,9972
MSR (g) – Salobra					
(CE _{sn} : p<0,05; NC: p>0,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 6,64%)					y = -0,0689**x + 1,0475; R ² = 0,9891
%MST (%) – Salobra					
(CE _{sn} : p<0,05; NC: p>0,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 9,43%)					y = 0,4586**x + 17,766; R ² = 0,8931
%MSPA (%) – Salobra					
(CE _{sn} : p<0,05; NC: p>0,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 10,87%)					y = 0,5326**x + 19,11; R ² = 0,8825
%MSR (%) – Salobra (CE _{sn} : p<0,05; NC: p<0,05; CE _{sn} vsNC: p>0,05; CV = 9,53%)					
					y = 0,332**x + 10,569; R ² = 0,9765

¹Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas em nível de 0,05 da probabilidade pelo teste de média (Tukey). CE_{sn} – condutividade elétrica da solução nutritiva; NC – Natureza catiônica

Houve redução linear da MST com o aumento de CE_{sn} sob reposição com água salobra, independentemente do tipo de sal, que analisado individualmente demonstra valores mais expressivos nas soluções à base de NaCl. O uso de água salobra na reposição resultou em uma perda relativa estimada em 42,23% dentro do intervalo estudado da CE_{sn} (Tabela 4).

Redução linear também foi encontrada na MSPA com o aumento da CE_{sn} sob reposição com água salobra, dentre as naturezas catiônicas estudadas, as plantas cultivadas com NaCl mostraram-se menos sensíveis ao aumento de salinidade da solução nutritiva (Tabela 4).

Isto pode estar relacionado ao fato de que no sistema radicular, existem proteínas que estão presentes na plasmalema de células epidérmicas, e que podem excluir o Na⁺ do citosol para o exterior e, quando realizada pode levar a deposição desse íon no xilema e consequentemente no fluxo transpiratório, favorecendo a transferência do Na⁺ para a parte aérea e, dessa forma, esse sistema de transporte, pode está diretamente envolvido

com mecanismos que regulam o transporte e a distribuição desse íon na planta (SILVEIRA et al. 2016).

Sob reposição com água salobra, houve uma redução estimada de 6,02% na MSR por dS m^{-1} incrementado (Tabela 4). No entanto, para o %MST houve um aumento linear com o incremento na condutividade elétrica da solução nutritiva, com ganhos de 10,74%, da mesma forma que no %MSPA também houve incrementos lineares à medida que a salinidade aumentou sob reposição com água salobra (11,51%) (Tabela 4).

Sob reposição com água salobra, as plantas cultivadas em soluções contendo CaCl_2 e MgCl_2 apresentaram maior MSR% e um incremento de até 12,37% foi estimado quando o %MSR foi comparado entre plantas de 1,7 e 6,7 dS m^{-1} (Tabela 4).

Em ambos os experimentos, houve uma tendência de crescimento no acúmulo de massa seca com o aumento da salinidade, analogamente, o aumento do teor de massa seca em plantas sob estresse salino também foi verificado em pimenta (PIÑERO et al. 2014) e em alface (PÉREZ-LÓPEZ et al., 2013), que pode ser atribuído à manutenção de alta turgidez dos tecidos, em decorrência de um eficiente fechamento dos estômatos (PIRASTEH-ANOSHEH et al., 2016) e, consequente maior fixação de CO_2

CONCLUSÕES

As porcentagens de matéria seca da parte aérea e raiz aumentaram com o aumento da condutividade elétrica.

Maiores reduções foram observadas nas massas fresca e seca quando a reposição do volume evapotranspirado foi com a água salobra.

O uso de água de abastecimento atenuou os efeitos dos sais nas variáveis de produção e no teor de matéria seca das plantas de salsa.

Embora tenham sido observadas reduções com o incremento de condutividade elétrica da solução nutritiva, nas duas estratégias de reposição os resultados da produção de salsa foram satisfatórios.

O aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva, acarretou decréscimo na produção de plantas de salsa nas soluções à base CaCl_2 e MgCl_2 , seguida de NaCl e KCl .

LITERATURA CITADA

BIONE, M.A.A.; PAZ, V.P.S.; SILVA, F.; RIBAS, R.F.; SOARES, T.M. Crescimento e produção de manjerição em sistema hidropônico NFT sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.12, p.1228–1234, 2014.

CAMPOS JÚNIOR, J.E.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; MARTINS, J.B.; SILVA, E.F.F.; ALMEIDA, C.D.G.C. Rocket production in a low cost hydroponic system using brackish water. **Revista Caatinga**, v.31, n.4, p.1008 –1016, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FREITAS, L.D.A.; FIGUEIRÊDO, V.B.; PORTO FILHO, F.Q.; COSTA, J.C.; CUNHA, E.M. Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18 (Suplemento), p.20–26, 2014.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI D.; FAQUIN, V. 1999. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p. (Boletim Técnico IAC, 180).

GUEDES, R.A.A.; OLIVEIRA, F.A.; ALVES, R.C.; MEDEIROS, A.S.; GOMES, L.P.; COSTA, L.P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.913–919, 2015.

HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A.C.; SÁ, F.V.S. 2016. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza, INCTSal. p.35-47.

LAKO, J.; TRENNERY, V.C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S.; PREMIER, R. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. **Food Chemistry**, v.101, n.4, p.1727-1741, 2007.

MAODAA, S.N.; ALLAM, A.A.; AJAREM, J.; ABDEL-MAKSOUD, M.A.; AL-BASHER, G.; WANG, Z.Y. Effect of parsley (*Petroselinum crispum*, Apiaceae) juice against cadmium neurotoxicity in albino mice (*Mus Musculus*). **Behav Brain Funct**, v.12, n.6, 16p, 2016.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.

MONTENEGRO, S.G.L.; SILVA JÚNIOR, J.G.; MONTENEGRO, A.A.A.; CARVALHO, J.F.; ALBUQUERQUE FILHO, J.A.C. Experimentação e modelagem do avanço de saís no perfil do solo em área cultivada com repolho sob alternativas de manejo de irrigação, no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.1, p.148-155, 2013.

MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops – what is the cost? **New Phytologist**, v. 208, p. 668-673, 2015.

NIRUMAND, M.C.; HAJIALYANI, M.; RAHIMI, R.; FARZAEI, M.H.; ZINGUE, S.; NABAVI, S.M.; BISHAYEE, A. Dietary plants for the prevention and management of kidney stones: preclinical and clinical evidence and molecular mechanisms. **International Journal of Molecular Sciences**, v.19, n.765, p.1-24, 2018.

PÉREZ-LÓPEZ, U.; MIRANDA-APODACA, J.; MUÑOZ-RUEDA, A.; MENA-PETITE, A. Lettuce production and antioxidant capacity are differentially modified by salt stress and light intensity under ambient and elevated CO₂. **Journal of Plant Physiology**, v.170, n.17, p.1517-1525, 2013.

PIÑERO, M.C.; HOUDUSSE, F.; GARCIA-MINA, J.M.; GARNICA, M.; DEL AMOR, F.M. Regulation of hormonal responses of sweet pepper as affected by salinity and elevated CO₂ concentration. **Physiologia Plantarum**, v.151, n.4, p.375–389, 2014.

PIRASTEH-ANOSHEH, H.; SAED-MOUCHESHI, A.; PAKNIYAT, H.; PESSARAKLI, M. Stomatal responses to drought stress. In: PARVAIZ AHMAD. **Water stress and crop plants: a sustainable approach**. Wiley: Chichester, v.1, p.22-44, 2016.

REBOUÇAS, J.R.L.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N.S.; SOUZA NETO, O.N.; DINIZ, A.A.; LIRA, R.B. Cultivo hidropônico de coentro com uso de rejeito salino. **Irriga**, v.18, n.4, p.624-634, 2013.

REIS, R. C.; VIANA, E. S.; JESUS, J. L.; LIMA, L. F.; NEVES, T. T.; CONCEIÇÃO, E. A. Compostos bioativos e atividade antioxidante de variedades melhoradas de mamão. **Ciência Rural**, v.45, n.11, p.2076-2081, 2015.

SANTOS, A.N.; SILVA, E.F.F.; SILVA, G.F.; BEZERRA, R.R.; PEDROSA, E.M.R. Concentração de nutrientes em tomate cereja sob manejos de aplicação da solução nutritiva com água salobra. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n. 4, p. 576-585, 2017.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, A.R.; DIAS, N.S.; MEDEIROS, S.S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, v.36, n.3, 0.420-432, 2016.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; GUEDES FILHO, D.H. Crescimento do girassol em sistema semi-hidropônico sob estresse salino e densidades de plantio. **Irriga**, v.20, n.2, p.233-247, 2015.

SCHACHTMAN, D. P., SCHROEDER, J. I. Structure and transport mechanism of a high-affinity potassium uptake transporter from higher plants. **Nature**, v.370, n.6491, p.655-658, 1994.

SILVA, J.S.; PAZ, V.P.S.; SOARES, T.M.; ALMEIDA, W.F.; FERNANDES, J.P. Production of lettuce with brackish water in NFT hydroponic system. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.3, p.947-962, 2018.

SILVA, M.G.; SOARES, T.M.; OLIVEIRA, I.S.; SANTOS, J.C.S.; PINHO, J.S. Produção de coentro em hidroponia NFT com o uso de águas salobras para reposição do consumo evapotranspirado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, n.4, p.246-258, 2015.

SILVEIRA, J.A.G.; SILVA, S.L.F.; SILVA, E.N.; VIÉGAS, R.A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI,

H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO E. (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. Fortaleza, CE: INCTSal, p. 181-196, 2016.

SNOUSSI, M.; DEHMANI, A.; NOUMI, E.; FLAMINI, G.; PAPETTI, A. Chemical composition and antibiofilm activity of *Petroselinum crispum* and *Ocimum basilicum* essential oils against *Vibrio* spp. strains. **Microbial Pathogenesis**, v.90, p.13-21, 2016.

SOUZA NETA, M.L.; OLIVEIRA, M.L.; SILVA, R.T.; SOUZA, A.A.T. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.7, n.2, p.154-161, 2013.

TORRES, E.C.M.; FREIRE, J.L.O.; OLIVEIRA, J.L.; BANDEIRA, L.B.; MELO, D.A.; SILVA, A.L. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v.2, n.2, p.71-78, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A salsa apresentou bons resultados frente ao estresse salino submetido, demonstrando a importância de novos estudos na temática da produção agrícola para esta hortaliça, visto que é uma cultura bastante consumida no Brasil.

O consumo hídrico médio sob reposição com água de abastecimento foi de 3,95; 3,05; 3,35 e 3,91 litros molho⁻¹ semanalmente, nas soluções com preponderância de NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e KCl, respectivamente, enquanto sob reposição com água salobra foi de 3,57; 3,24; 3,34 e 3,64 litros molho⁻¹ semanalmente, nas soluções com preponderância de NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e KCl, respectivamente.

É viável a produção de salsa em hidroponia de baixo custo com o uso de águas salobras à base de NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e KCl até a condutividade elétrica de 4,7 dS m⁻¹, sob reposição com a respectiva água salobra e/ou de abastecimento.

Foi verificado maior diferença entre os diferentes cátions estudados, nos maiores níveis de CEs_n testados.

Águas com alta preponderância de NaCl podem acarretar efeitos tóxicos nas plantas.

Águas com alta preponderância KCl podem acarretar diminuição na absorção de Mg²⁺ e Ca²⁺ e, com isso acarretar diminuição no crescimento das plantas.

O NaCl se mostrou ser um sal mais estável.

Águas com alta preponderância de MgCl₂ podem proporcionar dificuldades na absorção de Mg²⁺ às plantas, na presença de alguns cátions, em especial Ca²⁺ e, com isso acarretar diminuição na massa das raízes.

Águas com alta preponderância de CaCl₂ podem acarretar precipitação de nutrientes, principalmente se houve presença de fosfato.

É imprescindível a realização de novos estudos no âmbito da salinidade, com base nas proporções de cátions existentes nas águas salobras do semiárido, visando cenários mais próximos da realidade.