



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E PÓS-GRADUAÇÃO
CORDENADORIA GERAL DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Relatório parcial das atividades do bolsista do Programa de Iniciação Científica
Agosto de 2017 a janeiro de 2018 - PIBIC/CNPQ/UFRPE

Aluno: Victor Pedrosa Bartusch
Orientador: José Amilton Santos Júnior

Recife, Julho de 2018

1. IDENTIFICAÇÃO

ALUNO: Victor Pedrosa Bartusch

CURSO: Engenharia Agrícola e Ambiental

PROGRAMA: PIBIC

ORIENTADOR: José Amilton Santos Júnior

DEPARTAMENTO/ÁREA: Engenharia Agrícola/ Engenharia de Água e Solo

TÍTULO DO PROJETO: Hidroponia de baixo custo e fontes alternativas de água na produção de hortaliças

TÍTULO DO PLANO DE TRABALHO: Estresse salino e as relações hídricas da salsa em hidroponia de baixo custo

2. RESUMO

Problemas de salinização das regiões semiáridas tornam a hidroponia uma alternativa de cultivo viável para produção agrícola. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi estudar as relações hídricas da salsa sob diferentes concentrações de sais. Previu-se a realização de dois experimentos em casa de vegetação sob esquema fatorial 6 x 4, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram de seis níveis de salinidade da solução nutritiva (1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7 e 6,7 dS m⁻¹), preparadas em águas salinizadas à base de quatro naturezas catiônicas (NaCl, CaCl₂, KCl e MgCl₂). No experimento I a água da lâmina evapotranspirada foi repostada com água de abastecimento e, no experimento II foi feita a reposição com a respectiva água salobra. Os dados foram submetidos a análise de variância, mediante teste F, sempre em 0,05 de probabilidade. Foi constatado que com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva as naturezas catiônicas das águas passam a influenciar todas as variáveis analisadas.

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

2. ABSTRACT

Salinization problems in semi-arid regions make hydroponics a viable crop alternative for agricultural production. In this sense, the objective of this study is to evaluate the water relations of the parsley under different concentrations of salts. Two experiments were carried out in greenhouse, in the Experiment 1, in the factorial scheme (6 x 4) with six salinity levels of the nutrient solution (1.7; 2.7; 3.7; 4.7; 5.7 and 6.7 dS m⁻¹), prepared on the basis of four cationic natures (NaCl, CaCl₂, KCl and MgCl₂). No experiment I the

water of the evapotranspired blade was replaced with water supply and without experiment II a replacement was made with brackish water based on the cationic natures mentioned above according to treatments. It was verified that with the increase of the electrical conductivity of the nutrient solution, the cationic natures of the water influence the efficiency of water use in the production of fresh and dry mass of the aerial part.

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

3. INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro corresponde há uma extensa porção do território nacional, abrangendo todos os estados do Nordeste e o norte de Minas Gerais, cerca de 26,62 milhões de pessoas vivem na região, sendo aproximadamente 61,97% da área urbana e 38,03% no espaço rural (IBGE, 2010).

O semiárido possui baixos índices pluviométricos que, aliados a uma alta taxa de evapotranspiração, redundam em balanços hídricos negativos (MARENGO et al., 2011), seu solo é caracterizado por predomínio de uma constituição cristalina, conferindo-o às águas disponíveis, sobre tudo no subsolo, teores de sais elevados (SOARES et al., 2010).

Em suma, tais características dificultam a melhoria dos agricultores familiares de comunidades difusas pelo semiárido brasileiro, principalmente quanto a problemas de salinidade na produção agrícola e vários estudos comprovam os malefícios causados pelo aumento da salinidade nas plantas (GHEYI, et al., 2010; LIMA et al., 2015; ANDRADE et al., 2016;), impactos que aliados a um mau acompanhamento técnico causam a diminuição ou a inviabilização da produção agrícola.

Visando minimizar as limitações citadas, nova tecnologia vem sendo desenvolvidas, dentre elas pode-se citar a hidroponia, tal técnica tem demonstrado ser um sistema bastante eficaz para ser implantado em regiões semiáridas (SANTOS et al., 2010; SOARES et al., 2010). É caracterizada como uma forma de cultivo que dispensa o uso do solo, demanda pequenas áreas, é possível antecipar a colheita, bem como, a utilização de uma maior concentração de sal no preparo da solução nutritiva (SANTOS et al., 2016, BARTUSCH et al., 2017).

Ainda são escassos trabalhos que relacionem o cultivo hidropônico da salsa ao aproveitamento de águas salobras, sendo estes imprescindíveis para a obtenção de níveis

produtivos mais expressivos, especialmente em condições semiáridas. Destarte, o presente trabalho teve como objetivo estudar as relações hídricas da salsa, sob estratégias de uso da água salobra no preparo e reposição da solução nutritiva evapotranspirada, em hidroponia de baixo custo.

4. ESTADO DA ARTE

4.1. Salinidade na agricultura

No mundo, aproximadamente 19,5% das áreas irrigadas (45 milhões de hectares) e 2,1% das não irrigadas (32 milhões de hectares) são prejudicadas pelo acúmulo de sais (OLIVEIRA, 2010).

No Brasil, cerca de 20 a 25% das áreas irrigadas vem enfrentando problemas de salinização (FAO, 2006), esse problema é mais notório na região semiárida onde devido a características geoclimáticas a irrigação é tida por muitos como a única maneira segura de garantir uma boa produtividade (OLIVEIRA, 2010). Além disso, a baixa taxa precipitação pluviométrica, um menor grau de intemperização e uma drenagem deficiente aliada a uma irrigação mal manejada, acabam por acelerar o processo de salinização dos solos dessas regiões (HOLANDA et al., 2007).

Entretanto, a maior parte da água disponível nessas regiões estão com elevados teores de sal, obrigando vários produtores a fazerem uso dessa água salobra para irrigação (REED, 1996).

4.1.1. Salinidade na água de irrigação

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade quanto da qualidade da água a ser utilizada, sendo a última reconhecida apenas no início do século (GERVÁSIO, 2000), atribuindo-se a esta falta de atenção o fato que até então o recurso era encontrado em abundância, fato este que vem mudando em inúmeras regiões do planeta.

A água de irrigação é o principal aporte de sais ao solo (salinização antrópica) e, o uso de uma água de baixa qualidade, como a encontrada em grande parte do Semiárido brasileiro, acaba por acarretar no acúmulo de sais na superfície do solo, inviabilizando a curto prazo uma produção comercial e a longo prazo podendo corroborar com a infertilidade do solo.

4.1.2. Salinidade dos sais sobre as plantas

A concentração de sais na solução nutritiva é de extrema importância no cultivo hidropônico, pois é ela que vai disponibilizar a absorção dos nutrientes e da água pelas plantas (COSTA et al., 2001; BOSCO et al., 2009), o que reflete no bom desenvolvimento ou não do vegetal. Essa característica é conhecida por efeito osmótico, que quanto maior os níveis salinos, menor será a disponibilidade da água para a planta, dessa forma, o potencial hídrico é reduzido principalmente quando os íons são adicionados em grandes quantidades, sobretudo no uso contínuo de águas salobras (CHAVES et al., 2009; SANTANA JÚNIOR, 2015).

4.2. Hidroponia

Hidroponia é uma palavra de origem grega, cujo significado advém de Hydro= água e Ponos = trabalho. É uma técnica de cultivar plantas sem o uso do solo, utilizando uma solução nutritiva para disponibilizar os nutrientes ao vegetal.

4.2.1. Princípio de funcionamento

A hidroponia é uma técnica bastante difundida no mundo inteiro, sendo utilizada principalmente em regiões com problemas de solo e água, em que o solo é substituído por solução aquosa com os nutrientes essenciais às culturas, sendo esta uma forma de obter produção agrícola com boa produtividade e qualidade de alimento (SILVA et al., 2016; MENEGAES et al., 2015). As plantas cultivadas em hidroponia são mais tolerantes aos efeitos da salinidade do que as cultivadas nos sistemas convencionais, devido a inexistência da matriz do solo (hidroponia tipo NFT) ou por ser relativamente inerte (hidroponia em substrato), (DIAS et al., 2011).

Dessa forma, a hidroponia torna-se uma técnica fundamental em regiões com águas salobras, assim como o Semiárido Brasileiro em que a qualidade da água é um dos entraves; isso determina aos agricultores a necessidade do uso de técnicas que se adaptem a essa realidade; dessa forma a hidroponia apresenta-se como um dos recursos, pois nesse sistema o rejeito da dessalinização já está captado, podendo fornecer a opção de diluição para recirculação e irrigação de outras culturas, além disso, o rejeito pode ser direcionado para concentração em tanques de evaporação, evitando seu despejo no solo (GOMES et al., 2011).

4.2.2. Principais sistemas hidropônicos

Essa alternativa de cultivo apresenta diferentes tipos de movimentação de solução nutritiva (estático ou dinâmico), além disso, o sistema pode ser classificado como aberto ou fechado, a maioria dos sistemas são dinâmicos, com circulação forçada de água ou de ar para a aeração da solução, pelo menos cinco sistemas mostram-se relevantes para agricultura (SILVA & MELO,2003):

1- Sistema fluxo laminar de nutrientes (NFT): Sistema que possui um tanque de solução nutritiva, sistema de bombeamento, canais de cultivo e um sistema de retorno ao tanque. A solução nutritiva utilizada é bombeada aos canais e escoada por gravidade formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes (SILVA & MELO,2003);

2- Cultivo em água profunda (DFT): Nesse sistema a solução nutritiva forma uma lâmina profunda (5 a 20 cm) na qual as raízes ficam submersas. Ao invés de canais, é usada uma mesa plana em que a solução circula por meio do sistema de entrada e drenagem característico (SILVA & MELO, 2003);

3- Cultivo em substratos (semi-hidroponia): O substrato usado funciona como sustentação para as culturas, cujo sistema radicular e cuja parte aérea são mais desenvolvidos. São utilizados canaletas ou vasos cheios de material inerte, como areia, pedras diversas (seixos, brita), vermiculita, perlita, lã-de-rocha, espuma fenólica ou espuma de poliuretano; além disso, a solução nutritiva é lixiviada através do substrato e drenada pela parte inferior dos vasos ou canaletas, retornando ao tanque de solução (SILVA & MELO, 2003).

4- Aeroponia: Nesse sistema as raízes estão suspensas em uma neblina de solução nutritiva. Sistema o qual não se utiliza de substratos e as raízes são protegidas da luminosidade dentro dos canos e recebem a solução nutritiva de forma intermitente ou gota a gota, de acordo com esquema previamente organizado. A aeroponia apresenta solução nutritiva nebulizada ou pulverizada sobre as raízes. Apesar de não ser o sistema hidropônico mais utilizado, existem um número de sistemas sendo vendidos (SILVA & MELO, 2003).

4.2.3. Cultivo hidropônico de baixo-custo

A hidroponia de baixo custo nada mais é do que o uso de materiais alternativos, disponíveis na propriedade ou de fácil aquisição na montagem de sistemas hidropônicos

adaptados à realidade local, especialmente à questão do custo de aquisição, necessidade de energia elétrica e área ocupada. Podem auxiliar em um processo alternativo de produção, dentro de métodos que vem sendo abordados por alguns pesquisadores e aplicada a diversas culturas (SILVA et al., 2011, LUZ et al., 2012; SANTOS JÚNIOR et al., 2015).

Esse sistema de cultivo apresenta características importantes para agricultura familiar do Semiárido Brasileiro, demonstrando uma produtividade eficaz em pouco espaço, ou seja, um tipo de produção agrícola com uso de solução nutritiva que possui ótima produtividade por área e alta qualidade dos alimentos, assim considera-se um menor gasto de mão-de-obra e um serviço agradável com alta produtividade (MENEGAES et al, 2015).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo geral

Estudar as relações hídricas da salsa, sob estratégias de uso da água salobra no preparo e reposição da solução nutritiva evapotranspirada, em hidroponia de baixo custo.

5.2 Objetivo específico

Quantificar o consumo hídrico, bem como estimar a eficiência do uso da água para a produção de biomassa fresca e seca da salsa em condições de estresse salino.

6. MATERIAL E METÓDOS

6.1. Localização da estrutura experimental

Os estudos foram desenvolvidos em ambiente protegido, tipo casa de vegetação, vinculada ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE, com as seguintes dimensões: 6,0 m de largura, 18,0 m de comprimento, 4,0 m de pé direito e 5,5 m na parte mais alta da estufa. A cobertura foi do tipo arco, e as paredes laterais e frontais foram confeccionadas com telas, com rodapé de 20 cm em concreto armado. A cobertura consistiu em uma manta de polietileno de baixa densidade, transparente, com 0,10 mm de espessura, tratada contra a ação de raios ultravioletas.

6.2. Delineamento experimental e tratamentos

Experimento I

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, analisado em esquema fatorial (6 x 4) com seis níveis de salinidade da solução nutritiva (1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7 e 6,7 dS m⁻¹) preparadas com quatro naturezas catiônicas da água (NaCl, KCl, MgCl₂ e CaCl₂). A reposição da lâmina evapotranspirada foi feita com água de abastecimento.

Experimento II

Tratamentos iguais ao do Experimento I, diferindo apenas no fato de que a reposição da solução evapotranspirada deu-se com a respectiva água salobra utilizada no preparo da solução nutritiva.

6.3. Sistema hidropônico

A estrutura experimental consistiu de um módulo hidropônico de baixo custo (Santos Júnior, 2013). A estrutura foi 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 perfuradas “células” circulares de 60 mm de diâmetro, espaçadas de forma equidistantes a cada 0,2 m, 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 0,4 m de líquido dentro do tubo, em toda a sua extensão, disponibilizando equitativamente a solução para todas as plantas. Na saída dos joelhos, foi colocada um “CAP” perfurado para viabilizar a troca gasosa por ocasião da queda de água de um tubo para o outro.

6.4. Preparo e manejo da solução nutritiva a ser adotado

Foram solubilizados os fertilizantes, de modo que o quantitativo a ser adotado foi igual em todos os tratamentos e seguiu a recomendação de Furlani et al. (1999). As águas salobras utilizadas no experimento, tanto em nível osmótico como em natureza iônica foram preparadas artificialmente, a saber, foram preenchidos vinte e quatro reservatórios de 90 L com água de abastecimento (CE de 0,12 dS m⁻¹), então, cada uma das naturezas catiônicas (NaCl, KCl, MgCl₂ e CaCl₂) foram solubilizadas em seis reservatórios, em

quantidades compatíveis com o nível osmótico previsto nos tratamentos, com auxílio de um condutivímetro.

O seu manejo da solução nutritiva foi individualizado por tubo, conforme tratamentos, e consistiu no reaproveitamento contínuo da solução nutritiva com recirculação manual duas vezes por dia, sendo aplicado a cada evento, o dobro da capacidade do tubo até o limite da torneira, de modo a permitir melhor homogeneização da solução nutritiva.

A reposição solução nutritiva evapotranspirada foi efetuada a cada sete dias, conforme tratamentos descritos no Experimento I e II.

6.5. Descrição da cultura, produção de mudas e condução do experimento

A cultura de referência foi a salsa ou salsinha (*Petrocelinum crispum*), hortaliça folhosa da família das Apiáceas da cultivar Graúda Portuguesa. O semeio foi realizado em copos de plásticos com capacidade para 180 ml, utilizando como substrato fibra de coco, e, do semeio até a germinação, a umidade foi mantida através da pulverização de água de abastecimento sobre as mudas. Após a germinação, foi introduzida a solução nutritiva e aos 30 DAS, foram adicionados os sais. O aspecto fitossanitário foi monitorado no sentido de evitar ou controlar eventuais pragas e doenças utilizando-se produtos alternativos que tenham origem natural.

O monitoramento da CE e do pH foi realizado a cada dois dias, visando identificar possíveis mudanças significativas.

6.6. Variáveis analisadas

Será avaliado o consumo hídrico será avaliado através do volume diário evapotranspirado por planta, que será calculado, dividindo-se a água consumida no reservatório que contém a solução pelo número de plantas no canal de cultivo hidropônico, como mostra a equação abaixo:

$$VE_{tc} = \frac{((L_f - L_i) \cdot \pi \cdot D^2)}{(4 \cdot n \cdot \Delta T) \times 10^3}$$

Em que:

VE_{tc} = volume evapotranspirado por planta ($L \text{ dia}^{-1}$);

L_f = leitura final do nível da água no depósito (m);

Li = leitura inicial do nível da água no depósito (m);

D = diâmetro interno do depósito (m);

ΔT = intervalo de tempo entre as leituras (dias);

n = número de plantas no perfil no intervalo de tempo T.

Será avaliada a eficiência do uso da água em função da produtividade, pela seguinte equação:

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

Em que:

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

Y = Produtividade ($g planta^{-1}$);

CA = Consumo de água ($L planta^{-1}$);

E o índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBPA), conforme Benincasa (2003).

7. ANÁLISE DE DADOS

Será realizada análise de variância (teste de F) e, em caso de significância, os tratamentos quantitativos serão comparados mediante análise de regressão e os tratamentos qualitativos serão comparados mediante teste de médias (Tukey). Caso a interação entre os fatores seja significativa, realizar-se-á o desdobramento estatístico, tendo a análise interativa preferência sobre os efeitos isolados. Os resultados serão processados com auxílio de um software estatístico (Ferreira, 2011) e todas as análises serão realizadas em nível de 0,05 de probabilidade.

8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades Planejadas	2017					2018						
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Preparação das estruturas hidropônicas	X	X										
Participação em outros experimentos	X	X	X	X	X							
Condução do experimento I						X	X	X				

Condução do experimento II							X	X	X		
Análises estatísticas dos resultados							X	X			
Apresentação de trabalhos científicos				X	X	X	X	X	X		
Elaboração de relatórios										X	X

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

9.1 EXPERIMENTO I

A reposição com água de abastecimento implicou na redução da concentração dos sais e na diminuição da CE_{sn} de todas as naturezas catiônicas; naturalmente, sob CE_{sn} de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, cujo menor potencial osmótico pode representar maior taxa de absorção de água e nutrientes, verificou-se os maiores decréscimos. Esta remoção/diluição das bases, evidentemente, ocasionou tendência de decréscimo no pH da solução nutritiva, sendo verificado variação máxima de 20%.

Embora não tenha sido realizado ajustes na CE_{sn} e no pH_{sn} , com vistas a simular as condições reais de campo e supondo que o agricultor não disponibiliza de material para tal ajuste, em análise geral, não foram verificadas variações outras no desempenho das plantas, estranhas ao tipo de estresse imposto às plantas.

Quando a reposição se deu com água de abastecimento, verificou-se que o consumo hídrico das plantas sob soluções à base de $CaCl_2$ e $MgCl_2$ foi até 46,97% menor em relação às demais naturezas catiônicas, para o mesmo nível de CE_{sn} ($5,7 \text{ dS m}^{-1}$). Isso decorre, provavelmente, do fato de que os cátions monovalentes podem ser absorvidos mais rapidamente pelas raízes do que os bivalentes (ABRAHÃO et al., 2014), o que corrobora 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} testadas, exceto sob $3,7$ e $4,7 \text{ dS m}^{-1}$. Com efeito, sob $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, verificou-se que as plantas consumiram, em média, $0,768$; $0,799$; $0,747$ e $0,759 \text{ L planta}^{-1}$ durante todo o ciclo, quando se utilizou NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$ e KCl, respectivamente (Figura 1).

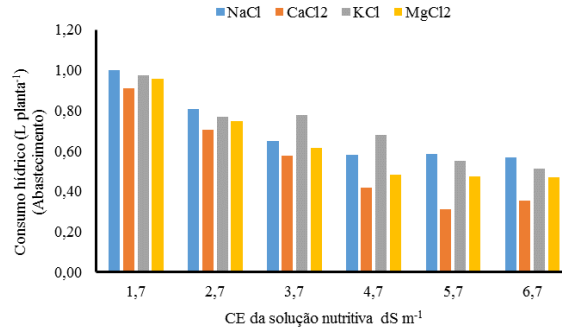


Figura 1. Consumo hídrico de plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras de diferentes naturezas catiônicas. Reposição com água de abastecimento.

Sob reposição com água de abastecimento, a EUA-FFPA das plantas sob solução nutritiva à base de NaCl, KCl e MgCl₂ reduziu à razão de 3,74; 4,73 e 3,69 g L⁻¹, respectivamente, por incremento unitário da CE_{sn}, enquanto que sob CaCl₂ verificou-se eficiência máxima (50,42 g L⁻¹) sob a CE_{sn} estimada em 3,37 dS m⁻¹. A redução da eficiência do uso da água em condições de estresse salino pode ser atribuída ao efeito da natureza dos sais, pois devido à toxicidade dos íons, ocorre o aumento da respiração e/ou diminuição da fotossíntese, que converter-se-á na redução da biomassa acumulada na planta por unidade de água transpirada (CERQUEIRA et al., 2017), e também já foram constatadas em outras hortaliças folhosas como a rúcula (SILVA et al., 2012).

Sob o nível de 1,7 dS m⁻¹ não houve diferença (p>0,05) entre as naturezas catiônicas, sob 2,7 dS m⁻¹ a EUA-FFPA das plantas sob solução nutritiva à base de MgCl₂ foi superior (p<0,05) às demais e sob 3,7 e 4,7 dS m⁻¹ quando se utilizou KCl a eficiência foi menor (p<0,05). Sob 5,7 e 6,7 dS m⁻¹ verificou-se menor eficiência quando se utilizou águas à base de NaCl e KCl (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados de eficiência do uso da água na produção de massa fresca e seca da parte aérea de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras preparadas em águas com naturezas catiônicas distintas, 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 EUA – FFPA (g L ⁻¹) – Abastecimento						
NaCl		50,66ab	53,24a	45,13bc	44,51b	40,02b	32,54a	y=-3,739**x+60,06 R ² = 0,88
CaCl ₂		51,68a	55,3a	51,98a	55,92a	46,63 ^a	28,5ab	y=-2,368**x ² +15,95x+30,02 R ² = 0,91
MgCl ₂		46,49b	45,44b	46,04b	43,49b	33,00c	28,59b	y=-3,696**x+56,03 R ² = 0,80
KCl		53,88a	52,8a	40,11c	38,13c	39,25b	29,29a	y=-4,731**x+62,11 R ² = 0,88

¹ EUA – FSPA (g L ⁻¹) – Abastecimento							
NaCl	8,14a	8,38a	8,05ab	8,7b	7,26ab	6,49a	y = -0,169**x ² +1,110x+6,657 R ² = 0,83
CaCl ₂	9,09a	9,22a	9,41a	9,92a	8,97 ^a	7,33a	y = -0,239**x ² +1,753x+6,549 R ² = 0,85
MgCl ₂	7,51a	7,05ab	7,6b	7,88b	5,4c	4,78b	y = -0,231**x ² +1,415x+5,505 R ² = 0,81
KCl	8,5a	7,55ab	7,22b	7,48c	8,23ab	7,05a	$\bar{y} = 7,67 \text{ g L}^{-1}$

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

Sob reposição de água de abastecimento, verificou-se nas plantas expostas a solução nutritiva à base de KCl uma EUA-FSPA média de 7,6717 g L⁻¹, enquanto que a EUA-FSPA das plantas expostas às demais naturezas catiônicas apresentaram eficiência máxima sob as CE_{sn} estimadas em 3,27; 3,66 e 3,06 para o NaCl, CaCl₂ e MgCl₂, respectivamente (Tabela 1).

Verificou-se que o IPBPA das plantas sob reposição com água de abastecimento foi máximo nas CE_{sn} estimadas em 4,7 dS m⁻¹ quando se utilizou solução à base de NaCl (0,8487); MgCl₂ (0,8294) e KCl (0,8576), enquanto que sob CaCl₂ estimou-se redução à razão de 0,0216 a cada dS m⁻¹ incrementado. Quando se comparou as naturezas catiônicas dentro de cada CE_{sn}, só houve diferença significativa (p<0,05) para o MgCl₂ dentro de 5,7 dS m⁻¹ e para CaCl₂ dentro de 6,7 dS m⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados índice de produção de biomassa da parte aérea e relação raiz parte aérea de plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras preparadas em águas com naturezas catiônicas distintas, 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 IPBPA (Abastecimento)							
NaCl	0,7539b	0,825a	0,838a	0,8487a	0,8432a	0,8401ab	y=-0,0108**x ² +0,1108**x+0,5721 R ² = 0,89
CaCl ₂	0,7782a	0,7922a	0,8608a	0,8636a	0,8709a	0,8815a	y=0,0216**x+0,7506 R ² = 0,83
MgCl ₂	0,77a	0,8129a	0,8287a	0,8294a	0,8204b	0,7852b	y=-0,008**x ² +0,0674**x+0,685 R ² = 0,83
KCl	0,7919a	0,8048a	0,8484a	0,8576a	0,855a	0,8084b	y=-0,0086**x ² +0,0793**x+0,6718 R ² = 0,84
¹ r R/PA (Abastecimento)							
NaCl	0,2634a	0,277a	0,2781a	0,2789a	0,286 ^a	0,291a	y=0,0047**x+0,2592 R ² = 0,89
CaCl ₂	0,176b	0,1997b	0,1999a	0,2082a	0,2093b	0,2263b	y=0,0082**x+0,1686 R ² = 0,87
MgCl ₂	0,200b	0,212b	0,2075a	0,2067a	0,2414a	0,2584a	y=0,0108**x+0,1755 R ² = 0,75
KCl	0,2435a	0,2558a	0,26a	0,2667a	0,2707a	0,2707	y=0,0054x+0,2387 R ² = 0,90

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

Sob reposição com água de abastecimento, a r R/PA aumentou linearmente em função da CE_{sn} em todas as naturezas catiônicas estudadas, à taxa de 0,0047; 0,0082; 0,0054 e 0,0108 para o NaCl, CaCl₂, KCl, MgCl₂ e NaCl, respectivamente. Quanto às naturezas catiônicas, dentro da CE_{sn} de 1,7 e 2,7 dS m⁻¹, verificou-se semelhanças

($p < 0,05$) entre a r R/PA das plantas sob solução à base de NaCl e KCl, cujos resultados foram mais expressivos que os verificados em plantas sob $MgCl_2$ e $CaCl_2$; dentro das demais CE_{sn} não houve diferença significativa ($p > 0,05$), exceto para o $CaCl_2$ dentro de 5,7 e 6,7 $dS\ m^{-1}$ (Tabela 2).

Da mesma maneira que Maciel et al. (2012) no cultivo de girassol, Silva et al., (2013) analisando plantas de rúcula e Bione et al. (2014) no cultivo de manjeriço, todos utilizando hidroponia NFT com aumento da salinidade, verificaram o aumento da relação raiz parte aérea. Silva et al. (2013) argumentam que isso resulta na redução do acúmulo de matéria seca da parte aérea, que pode ter sido reduzido significativamente com o aumento da salinidade na solução, o que ocorreu com o acúmulo de massa seca de raiz só que, de forma menos expressiva proporcionando, assim, um aumento significativo na relação raiz/parte aérea.

9.2 EXPERIMENTO II

Sob reposição com água salobra verificou-se que as CE_{sn} superior a 3,7 $dS\ m^{-1}$, a base de KCl (25,47%) e $MgCl_2$ (38,46%) a partir dos 35 DAS, aumentaram em relação à CE_{sn} inicial, ultrapassando o limite de tolerância de 25% sugerido por Melo et al. (1999). Comportamento esse que não se verificou quando a base de NaCl e $CaCl_2$, em que o acréscimo máximo foi de 21,01 e 21,28%, respectivamente, ao 44 DAS.

No geral, as variações de pH_{sn} , nesse estudo, não extrapolaram a faixa de 4,5 a 7,5 sugerida por Furlani et al. (2009). Constatou-se uma variação máxima negativa de 11,47% sob a CE_{sn} de 3,7 $dS\ m^{-1}$ a partir do 35 DAS à base de KCl, ao passo que quando se utilizou NaCl, $CaCl_2$ e $MgCl_2$ a variação negativa ao 50 DAS foi de 4,54; 7,93 e 9,67%, na devida ordem. Assim como no Experimento I, não foi realizado ajustes na CE_{sn} e no pH_{sn} , com vistas a simular as condições reais de campo e supondo que o agricultor não disponibiliza de material para tal ajuste. Destarte, de modo geral não se verificou variações outras no desempenho das plantas, estranhas ao tipo de estresse imposto às mesmas.

Com o uso de água salobra na reposição (Figura 2), o consumo hídrico decresceu com o incremento da CE_{sn} em todas as águas independente da natureza catiônica testada, conforme já testado em culturas como alface e beterraba (Silva et al., 2013; Paulus et al., 2012).

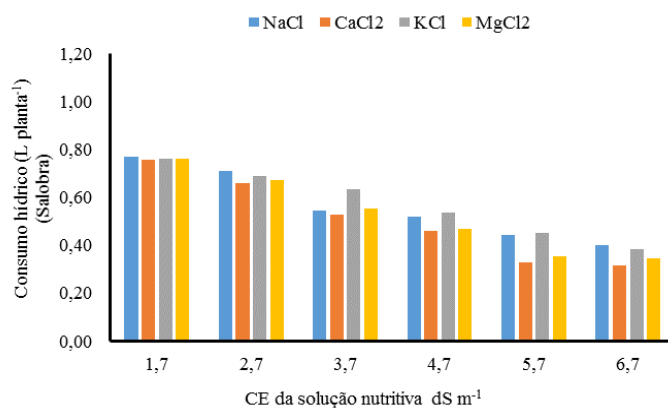


Figura 2. Consumo hídrico médio de plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras de diferentes naturezas catiônicas. Reposição com água salobra.

Com o aumento da CE_{sn} da natureza catiônica, houve influência significativa ($p < 0,05$) tanto para EUA-FFPA, quanto para EUA-FSPA, bem como para a interação entre os tratamentos para a reposição com água salobra (Tabela 3).

Tabela 3. Eficiência do uso da água na produção de fitomassa fresca e seca da parte aérea das plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras preparadas em águas com naturezas catiônicas distintas, repostas com água salobra.

¹ EUA – FFPA (g L ⁻¹) – Salobra							
NaCl	54,61a	56,4b	56,67a	56,09bc	55,93b	55,34b	$y = -0,2432^{**}x^2 + 2,0904x + 52,06$ $R^2 = 0,79$
CaCl ₂	52,56a	55,13b	65,97a	65,48ab	66,48a	63,64a	$y = 1,18^{**}x^2 + 12,503x + 33,408$ $R^2 = 0,89$
MgCl ₂	55,48a	62,31a	64,13a	66,62a	65,97a	58,5ab	$y = -1,45^{**}x^2 + 13,023x + 37,344$ $R^2 = 0,93$
KCl	53,53a	52,59b	50,30b	50,45c	55,22b	57,6b	$y = 0,801^{**}x^2 - 5,91x + 61,66$ $R^2 = 0,88$
¹ EUA – FSPA (g L ⁻¹) – Salobra							
NaCl	10,96a	10,98b	12,59a	12,68ab	13,21bc	13,24ab	$y = 0,519^{**}x + 10,09$ $R^2 = 0,86$
CaCl ₂	10,63a	11,75ab	13,17a	13,59a	14,79a	14,50a	$y = 0,8254^{**}x + 9,6049$ $R^2 = 0,91$
MgCl ₂	11,26a	12,82a	13,56a	13,37a	13,97b	13,76ab	$y = 0,4503^{**}x + 11,232$ $R^2 = 0,71$
KCl	10,80a	10,48b	11,37b	11,31b	12,69c	12,75b	$y = 0,446^{**}x + 9,61$ $R^2 = 0,83$

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

Sob a CE_{sn} de 1,7 dS m⁻¹ não houve diferença ($p > 0,05$) entre as naturezas catiônicas, sob 2,7 dS m⁻¹ a EUA-FFPA das plantas sob solução nutritiva à base de MgCl₂ foi superior com uso de água salobra ($p < 0,05$) às demais e sob 3,7 e 4,7 dS m⁻¹ quando se utilizou KCl a eficiência foi menor ($p < 0,05$). Sob 5,7 e 6,7 dS m⁻¹ verificou-se menor eficiência quando se utilizou águas à base de NaCl e KCl e uso de águas salobras (Tabela 3).

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, CaCl₂, KCl e MgCl₂, respectivamente (Tabela 3). Na análise

da natureza catiônica dentro de cada CE_{sn} , verificou-se que os resultados das plantas sob soluções à base de $MgCl_2$ e KCl diferenciaram-se ($p < 0,05$) dentro do nível de $6,7 \text{ dS m}^{-1}$; neste nível de CE_{sn} , não houve diferença ($p > 0,05$) entre a EUA-FFPA das plantas sob soluções à base de $NaCl$ e $CaCl_2$.

Sob reposição com água salobra, verificou-se crescimento linear da EUA-FSPA, em todas as naturezas catiônicas estudadas, com um aumento à taxa de $0,5194$; $0,8254$; $0,4663$ e $0,4503 \text{ g L}^{-1}$ para $NaCl$, $CaCl_2$, KCl e $MgCl_2$ respectivamente, a cada incremento da CE_{sn} na solução nutritiva (Tabela 3).

Apurou-se que o IPBPA diminuiu à taxa de $0,0031$; $0,0053$ e $0,0051$ para $NaCl$, $CaCl_2$ e $MgCl_2$, respectivamente, à medida que em plantas sob solução nutritiva à base de KCl se observou um IPBPA médio de $0,8945$ mesmo com o aumento da CE_{sn} . Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nesta variável quando se comparou as naturezas catiônicas dentro de cada CE_{sn} até $4,7 \text{ dS m}^{-1}$, no entanto, dentro dos níveis $5,7$ e $6,7 \text{ dS m}^{-1}$, o IPBPA das plantas foi superior sob soluções à base de $NaCl$ e KCl , o que evidencia uma menor condição de estresse utilizando esses dois sais (Tabela 4).

Tabela 4. Índice de produção de biomassa da parte aérea e relação fitomassa de raiz e parte aérea de plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas a soluções nutritivas salobras preparadas em água com natureza catiônica distintas, repostas com água salobra.

¹ IPBPA (Salobra)							
NaCl	0,904a	0,900a	0,901a	0,900a	0,890a	0,889a	$y = -0,0031**x + 0,9107 \text{ R}^2 = 0,79$
CaCl ₂	0,899a	0,897a	0,894a	0,893a	0,880b	0,873b	$y = -0,0053**x + 0,9119 \text{ R}^2 = 0,88$
MgCl ₂	0,903a	0,904a	0,901a	0,887a	0,889ab	0,879ab	$y = -0,0051**x + 0,9155 \text{ R}^2 = 0,86$
KCl	0,897a	0,890a	0,896a	0,896a	0,891ab	0,896a	$\bar{y} = 0,89$
¹ r R/PA (Salobra)							
NaCl	0,110a	0,113a	0,113a	0,113a	0,114b	0,118b	$y = 0,0013**x + 0,1086 \text{ R}^2 = 0,78$
CaCl ₂	0,112a	0,114a	0,118a	0,126a	0,131a	0,135a	$y = 0,005**x + 0,1019 \text{ R}^2 = 0,97$
MgCl ₂	0,113a	0,115a	0,119a	0,120ab	0,126ab	0,130ab	$y = 0,0032**x + 0,1072 \text{ R}^2 = 0,95$
KCl	0,115a	0,120a	0,116a	0,115a	0,121ab	0,116ab	$\bar{y} = 0,1177$

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

Em análise geral, verificou-se que sob reposição com água salobra o IPBPA das plantas sob $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ foi maior que o verificado nas plantas sob $6,7 \text{ dS m}^{-1}$ em todas as naturezas catiônicas avaliadas.

Sob reposição com água salobra, verificou-se maior crescimento da raiz em detrimento da parte aérea nas plantas expostas a CE_{sn} de $6,7 \text{ dS m}^{-1}$, com resultados $1,07$; $1,20$ e $1,14$ vezes maior que a testemunha ($1,7 \text{ dS m}^{-1}$) para $CaCl_2$, $MgCl_2$ e $NaCl$,

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 4).

Esse aumento da relação raiz/parte aérea é entendido como uma resposta da planta ao estresse, que promove um melhor crescimento do sistema radicular visando uma melhor absorção de água e nutrientes ou ainda uma redução o desenvolvimento da parte aérea, proporcionando uma diminuição na aérea de transpiração. Essa conclusão também foi verificada em estudos de Silva et al. (2013b) ao analisar plantas de rúcula e Bione et al. (2014) no cultivo de manjeriço, ambos em sistema NFT.

10. CONCLUSÕES FINAIS

O consumo hídrico durante todo o ciclo da salsa foi inferior a 1 L planta⁻¹, em todos os tratamentos testados.

O aumento da concentração da solução nutritiva reduziu os teores de água na parte aérea e na raiz, bem como o índice de biomassa da parte aérea e a eficiência do uso da água, contudo quando a reposição da lâmina evapotranspirada foi realizada com água de abastecimento esses efeitos foram reduzidos em comparação a reposição com respectiva água.

Para reposição com água de abastecimento, a medida que foi aumentada a condutividade elétrica da solução nutritiva, especialmente a partir de 3,7 dS m⁻¹, as naturezas catiônicas das águas passam a influenciar a eficiência do uso da água na produção de massa fresca e seca da parte aérea.

Com o aumento da CE_{sn} a relação raiz parte aérea foi incrementada, em todas as naturezas catiônicas testadas, sinalizando aumento da massa da raiz em detrimento da parte aérea.

11. ANEXOS



Figura 1: Foto lateral do módulo e seus tratamentos.



Figura 2: Foto de uma planta do tratamento $2,7\text{dS m}^{-1}$ (NaCl)



Figura 3: Estrutura hidropônica de baixo custo.



Figura 4: Plantas na primeira semana após germinação.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, n.2, p. 214-224, 2014.

ANDRADE, H.A.; ARAÚJO, C.S.P.; BATISTA, W.F.; QUEIROGA NETO, J.A.; DANTAS, E.E.M.; ANDRADE, R. Comportamento da cultura do pimentão submetido a

diferentes níveis de salinidade. **Revista de biologia e farmácia e manejo agrícola**, v.12, n.7, p.10, 2016.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). **Semiárido – é no Semiárido que a vida pulsa**. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/semiarido>>. Acesso em: 09 de Março de 2018.

BARTUSCH, V.P.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; CAMPOS JÚNIOR, J.E.; SILVA JÚNIOR, F.J.; BEZERRA, M.G.S. **Eficiência hídrica na produção de fitomassa no cultivo de rúcula hidropônica sob estresse salino**. In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 2017.

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

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, 2014.

BOSCO, M.R.O.; DE OLIVEIRA, A.B.; HERNANDEZ, F.F.F.; DE LACERDA, C.F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Revista Ceres**, v.56, n.3, 2009.

CERQUEIRA, D.A.; VIANA, P.C.; FERREIRA, A.H.P.; PAZ, M.G.F.; SOARES, T.M.; OLIVEIRA, T.D.A. **Efeito da salinidade sobre a eficiência produtiva do uso da água em couve-folha hidropônica**. In: INOVAGRI International Meeting, 4., 2017, Fortaleza. Anais eletrônicos... Fortaleza: INOVAGRI, 2017. Disponível em: <<http://www.inovagri.org/anais/TC3720609.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

Condutividade elétrica de solução nutritiva de alface em hidroponia. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.595-597, 2001.

COSTA, P.C.; DIDONE, E.B.; SESSO, T.M.; CAÑIZARES, K.A.L. & GOTO, R.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUSA NETO, O. N.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. **Revista Ceres**. v.58, n.5, p.632-637, 2011.

DIAS, N.S. A.; BLANCO, F.F. Efeito dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. 472p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Water in agriculture: opportunity untapped**. Rome: FAO. 2006.

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

GENUNCIO, G.C.; SILVA, R.A.C.; SÁ, M. N.; MARY, W.; ZONTA, E. Produtividade de rúcula hidropônica cultivada em diferentes épocas e vazões de solução nutritiva. **Revista Horticultura Brasileira**, v.29, n.4, 2011.

GERVÁSIO, E.S; CARVALHO, J.A., SANTANA, M.J. **Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.1, p.125-128, 2000.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. 2007. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.7, n.1, p.39-50.

LIMA, L.A.; OLIVEIRA, F.A.; ALVES, R.C.; LINHARES, P.S.F.; MEDEIROS, A.M.A.; BEZERRA, F.M.S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista Agro@mbiente. On-line**. v.9, n.1, p. 27-34, 2015.

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**, v.28, n.4, p.589-597.

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, p.165-172, 2012.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2011. 422p

MELO, A. M. T.; BETTI, J. A.; PIZZINATTO, M. A.; DECHEN, S. C. F.; FREITAS, S. S. **Soluções nutritivas**, Campinas: IAC, 1999. IAC. Boletim Técnico, v.51, n.1

MENEGAES, J. F.; FILIPETTO, J. E.; RODRIGUES, A. M.; SANTOS, O. S. Produção sustentável de alimentos em cultivo hidropônico. **Revista Monografias Ambientais**, v.14, n.3, p.102–108, 2015.

OLIVEIRA, A.B.; GOMES FILHO, F.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, 2010.

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, n.1, p.110-117, 2012.

REED, D. W. **Combating poor water quality with water purification systems**. In: Reed, D.W. (ed). *Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops*. Illinois: USA, Ball Publishing, 1996, p.51-67.

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. **Revista Irriga**. v.20, n.2, p. 233-247, 2015.

SANTOS, A. N., SOARES, T. M., SILVA, Ê. F., SILVA, D. J., Montenegro, A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.9, p.961–969.

SILVA, A.O.; SILVA, D.J.R.; MORAES, T.M.; SILVA, E.F.F.; SANTOS, A.N.; ROLIM, M.M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido - PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.1, p.147-155, 2011.

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, n. 1, p. 114-125, 2012.

SILVA, A.P.P.; MELO, B. Disponível em: < <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm> >. Acesso em 09 de março de 2018.

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, n.11, p.1143–1151, 2013.

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, n. 3, p. 476-482, 2013b.

SILVA, J.L.; SILVA, E.S.B.; KOLLESKA, L. Respostas produtivas de cultivares de rúcula em sistema hidropônico. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v.11, n.1, p.16-24, 2016.

SOARES, T. M., DUARTE, S. N., SILVA, Ê. F., & JORGE, C. A. Combination of fresh and brackish waters for hydroponic lettuce production. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.705–714, 2010.

Recife-PE, 16 de março de 2021

