

## INTERAÇÕES IÔNICAS EM SALSA SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS PREPARADAS EM ÁGUAS SALOBRAS

Salimo Macoto Henrique Muchecua<sup>1</sup>, Ruana Iris Fernandes Cruz<sup>2</sup>, Juliana Bezerra Martins<sup>3</sup>,  
Tarcísio Ferreira de Oliveira<sup>4</sup>, Alyne Félix Bognola<sup>5</sup>, José Amilton Santos Júnior<sup>6</sup>

**RESUMO:** Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de compreender as interações que ocorrem entre o  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  após análise do tecido vegetal da parte aérea, em plantas de salsa, cv. Graúda portuguesa, expostas a soluções nutritivas ( $\text{CE}_{\text{sn}} = 1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7; 6,7 \text{ dS m}^{-1}$ ) preparadas em águas salobras com preponderância de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  à base de cloreto. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, esquema fatorial  $6 \times 4$ , com quatro repetições. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE, Recife – PE, no período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018. Adotou-se manejo fechado e reposição com a respectiva água salobra de cada tratamento. Quantificou-se os acúmulos de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{K}^+$  e as interações foram então estimadas pela razão entre os valores de acúmulo obtidos. As relações  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ;  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ ;  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$  foram afetadas pela interação entre o aumento da concentração e as diferentes naturezas catiônicas. A relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  foi maior sob predominância de  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{K}^+ = \text{Mg}^{+2}$ ;  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  foi maior sob predominância de  $\text{Na}^+ = \text{K}^+ > \text{Ca}^{+2} = \text{Mg}^{+2}$  e  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$  sob predominância de  $\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Ca}^{+2} = \text{Mg}^{+2}$  nas águas.

**PALAVRAS-CHAVE:** hidroponia, *petroselinum crispum*, salinidade

## IONIC INTERACTIONS IN PARSLEY UNDER NUTRITIVE SOLUTIONS PREPARED IN BRACKISH WATER

**ABSTRACT:** This research was developed with the objective of understanding the interactions that occur between  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  after analysis of the vegetal tissue of

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>2</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, PE. Fone: (81) 99405-0912. e-mail: ruanairis@gmail.com.

<sup>3</sup> Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

<sup>4</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

the aerial part, in parsley plants, cv. Graúda Portuguesa, exposed to nutritional solutions ( $CE_{sn} = 1.7; 2.7; 3.7; 4.7; 5.7; 6.7 \text{ dS m}^{-1}$ ) prepared in brackish waters with a preponderance of  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^{+}$  and  $K^{+}$  based on chloride. The experimental design was a completely randomized, factorial scheme  $6 \times 4$ , with four replications. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Agricultural Engineering at UFRPE, Recife - PE, from December 2017 to February 2018. Closed management and replacement with the respective brackish water for each treatment was adopted. The accumulations of  $Na^{+}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$  and  $K^{+}$  were quantified and the interactions were then estimated by the ratio between the accumulation values obtained. The  $Na^{+}/K^{+}$ ;  $Na^{+}/Ca^{+2}$ ;  $Na^{+}/Mg^{+2}$  relations were affected by the interaction between increased concentration and different cationic natures. The  $Na^{+}/K^{+}$  ratio was higher with a predominance of  $Na^{+} > Ca^{+2} > K^{+} = Mg^{+2}$ ;  $Na^{+}/Ca^{+2}$  was higher under  $Na^{+} = K^{+} > Ca^{+2} = Mg^{+2}$  and  $Na^{+}/Mg^{+2}$  under  $Na^{+} = K^{+} > Ca^{+2} = Mg^{+2}$  e  $Na^{+}/Mg^{+2}$  in the waters.

**KEYWORDS:** hydroponics, *Petroselinum crispum*, salinity

## INTRODUÇÃO

As interações da cultura com o ambiente podem implicar em uma reordenação de diversas atividades metabólicas, assim como a capacidade de absorção, transporte e relações iônicas entre os nutrientes essenciais para as plantas e o íon sódio (SANES et al., 2013) principalmente em ambientes salinos, onde a influência osmótica imposta pelo aumento da concentração de íons como  $Na^{+}$  e  $Cl^{-}$  comprometem o desenvolvimento das plantas, podendo ocasionar toxidez e até inviabilizando o cultivo (ALVARENGA et al., 2019).

O desequilíbrio nutricional ocasionado por deficiências de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^{+}$  e  $NO_3^{-}$  induzidas pela competição iônica decorrente do excesso de  $Na^{+}$  e  $Cl^{-}$  (MARSCHNER, 2011) e seus efeitos adversos no cultivo, evidenciam a importância de se estudar as relações iônicas a fim de se adotar estratégias no preparo e reposição de solução nutritiva visando-se o equilíbrio iônico adequado (YANG & KIM, 2019), principalmente nos cultivos de culturas sensíveis a salinidade como já verificado para o coentro (SILVA et al., 2015), rúcula (CAMPOS JÚNIOR et al., 2018), cebolinha (SILVA JÚNIOR et al., 2019), entre outras hortaliças folhosas.

A preeminência de determinados íons na solução nutritiva preparada em água salobra pode influenciar a absorção de outros íons, a exemplo do potássio que compete diretamente com o cálcio e o magnésio no processo de absorção, ou a predominância de  $Ca^{+2}$  que implica na redução da absorção de  $K^{+}$  e de  $Mg^{+2}$  (ABRAHÃO et al., 2014). De um modo geral, os

cátions monovalentes são mais facilmente absorvidos pelo sistema radicular do que os bivalentes, relação que pode ser alterada por excesso de certos íons na solução nutritiva (SILVA & TREVIZAM, 2015).

Deste modo, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de compreender a influência da interação entre diferentes cátions predominantes na água salobra ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ) utilizada no preparo da solução nutritiva sobre plantas de salsa *Petrocelinum crispum*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido entre dezembro de 2017 e fevereiro de 2018, em casa de vegetação, no Laboratório de Fertirrigação e Salinidade, vinculado ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE (8°01'07" de latitude Sul e 34°56'53" de longitude Oeste, e altitude de 6,5 m).

Durante o período experimental registrou-se, no ambiente experimental, temperatura média máxima e mínima de 34°C e 23°C, respectivamente, e umidade relativa do ar média de 73%, bem como não se verificou problemas fitossanitários.

O sistema hidropônico adotado consistiu em tubos de seis metros de PVC com diâmetro de 0,1 m, assentados em nível e adaptados com orifícios circulares de 0,06 m, espaçados, de forma equidistante, a cada 0,14 m. Nas extremidades dos tubos, foram acoplados joelhos de PVC da mesma bitola, com torneiras que impunham um nível de solução nutritiva de 0,04 m dentro de cada tubo, as quais foram interconectadas ao reservatório estoque por meio de mangueiras. Os tubos de PVC foram organizados em três estruturas verticais de madeira cujas dimensões são 2 x 1,40 m (SANTOS JÚNIOR et al., 2016).

Os tratamentos consistiram na disponibilização às plantas de soluções nutritivas ( $\text{CEsn} = 1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7; 6,7 \text{ dS m}^{-1}$ ) preparadas em águas salobras, salinizadas a partir da dissolução de sais de diferentes naturezas catiônicas ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) em água de abastecimento da UFRPE (condutividade elétrica da água -  $\text{CE}_a = 0,2 \text{ dS m}^{-1}$ ). Os tratamentos foram organizados em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 4, com quatro repetições. A solução nutritiva evapotranspirada foi reabastecida com as respectivas águas salobras de cada tratamento e seu preparo se deu uma única vez, antes do início do experimento.

Quanto ao preparo das águas salobras, utilizou-se reservatórios de 90 litros, preenchidos com água de abastecimento municipal ( $\text{CE}$  de  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ ). Em seguida, adicionou-se os

respectivos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, KCl e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, conforme tratamentos, estabelecendo-se as seguintes condutividades elétricas para a água salobra: CEa = 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

Uma vez preparadas as águas salobras, a cada reservatório foi adicionada a mesma quantidade de fertilizantes (FURLANI et al., 1999), a saber: 67,5 g de nitrato de cálcio, 45 g de nitrato de potássio, 36 de sulfato de magnésio + micronutrientes e 13,5 g de fosfato monoamônico. Essas quantidades de fertilizantes correspondem a seguinte concentração de nutrientes em mmol L<sup>-1</sup>: N 13,59; Ca 2,37; K 5,50; P 2,61; S 1,37; Mg 1,48; e em μmol L<sup>-1</sup>: B 180; Cu 30; Fe 180; Mn 140; Mo 8; Zn 90 correspondente a uma condutividade de 1,58 dS m<sup>-1</sup>. Como resultado, a condutividade elétrica final (CE<sub>sn</sub>) nas soluções nutritivas foram de: 1,7 (controle, sem adição de sais), 2,7, 3,7, 4,7, 5,7 e 6,7 dS m<sup>-1</sup>.

Quanto ao manejo, a solução nutritiva foi posta para circular no sistema duas vezes ao dia (7h00 e 15h00) com aplicações diárias de quarenta litros de solução nutritiva aos tubos, feita de forma manual, não obstante, como se utilizou um sistema fechado, o excedente de solução em relação ao nível dentro do tubo, retornava ao reservatório de solução, via mangueira e o processo se repetia diariamente. A reposição do nível do reservatório foi a cada sete dias, com a respectiva água salobra utilizada no preparo da solução nutritiva. A condutividade elétrica e o pH da solução nutritiva foram monitoradas diariamente para controle e eventual correção, caso houvesse necessidade (FURLANI et al., 1999).

A cultura utilizada foi a salsa, cv. Graúda Portuguesa. No semeio, utilizou-se copos plásticos descartáveis com capacidade para 180 ml, com pequenas perfurações no fundo e no último terço das laterais. Estes foram preenchidos com fibra de coco lavada e sobre esta, foram depositadas quarenta e cinco sementes distribuídas de forma homogênea e cobertas com fibra de coco seca. Não foi realizado desbaste e de cada copo descartável contabilizou-se um molho de salsa.

Até os dez dias após o semeio (DAS) a irrigação foi realizada mediante pulverização com água pela manhã e à tarde, depois deste período, os copos contento as plântulas foram adicionados aos tubos do sistema hidropônico e os tratamentos iniciados.

A colheita das plantas ocorreu aos 50 dias após o semeio e o material vegetal da parte aérea e das raízes, foi acondicionado em sacos de papel, os quais foram colocados para secar em estufa de circulação forçada a 65°C, até atingir peso constante. A massa seca da parte aérea e das raízes foi pesada e moída em moinho tipo Willey, de modo que o valor da massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) doravante utilizado corresponde ao valor médio da massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) de quatro molhos de salsa.

Para os nutrientes K, Ca, Mg e o íon Na realizou-se digestão nítrica da matéria seca para a obtenção dos extratos, em seguida quantificou-se o teor de cada nutriente e do íon Na conforme metodologia proposta por Bezerra Neto & Barreto (2011). O cálcio e o magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica; o sódio e o potássio por fotometria de chamas.

De posse dos teores desses nutrientes e do sódio bem como da massa seca dos molhos, obteve-se o acúmulo na parte aérea do molho da salsa. As interações foram estimadas pela razão entre os valores de acúmulo obtidos.

Os resultados foram submetidos a análise de variância por meio de teste F. A condutividade elétrica da solução nutritiva foi comparada mediante análise de regressão, enquanto que as naturezas catiônicas foram comparadas pelo teste de médias (Scott-Knott) em nível de 0,05 de probabilidade, com auxílio do Software SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutividade elétrica da solução nutritiva ( $CE_{sn}$ ) aumentou em relação a  $CE_{sn}$  inicial em todas as naturezas catiônicas, com incrementos máximos de 25,70; 38,47; 21,01 e 21,28% quando houve predominância de KCl,  $MgCl_2$ , NaCl e  $CaCl_2$  na água, respectivamente.

Quanto ao pH da solução nutritiva, verificou-se que as variações durante o ciclo estiveram dentro da faixa de 4,5 a 7,0 (AQUINO et al., 2013). Vale destacar, no entanto, que se registrou reduções no pH de até 11,47%, sob presença de  $K^+$  na água na  $CE_{sn}$ .

Estimou-se uma redução linear relativa de 0,7633 g de MSPA por cada  $dS\ m^{-1}$  incrementado, bem como uma maior MSPA ( $p < 0,05$ ) quando houve preponderância de  $Na^+$  na água (Tabela 1). Essa redução na MSPA pode ser atribuída aos danos proporcionados pela salinidade (TAIZ & ZEIGER, 2009) assim como resultados análogos já foram observados em outras hortaliças folhosas como o coentro (REBOUÇAS et al., 2013) e alface (SANTOS et al., 2010).

**Tabela 1.** Massa seca da parte aérea e as interações  $Na^+/K^+$ ,  $Na^+/Ca^{+2}$  e  $Na^+/Mg^{+2}$  no tecido vegetal de plantas de salsa, cv. Graúda Portuguesa, expostas a soluções nutritivas preparada em água salobra com preponderância de  $Na^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  e  $K^+$

Condutividade elétrica da solução nutritiva ( $dS\ m^{-1}$ )							Equação	$R^2$
1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7			
MSPA do molho (g)								
(CEsn: $p < 0,05$ ; NC: $p < 0,05$ ; CEsn vs NC: $p > 0,05$ ; CV = 8,29%)								
		NaCl	$CaCl_2$	$MgCl_2$	KCl			
6,7975a	6,5450b	6,5091b	6,2950b	$y = -0,7633**x + 9,743$		0,99		
$Na^+/K^+$								
(CEsn: $p < 0,01$ ; NC: $p < 0,01$ ; CEsn vs NC: $p < 0,01$ ; CV = 12,26%)								
$CaCl_2$	0,3067a	0,2912b	0,3230b	0,3222b	0,3420b	0,3440b	$\bar{Y} = 0,3215$	

KCl	0,3517a	0,2655b	0,2217c	0,1922c	0,1840c	0,1775d	$y = -0,0327^{**}x + 0,3695$	0,83
MgCl <sub>2</sub>	0,2965a	0,2537b	0,2197c	0,2130c	0,2242c	0,2557c	$\bar{Y} = 0,2438$	
NaCl	0,3472a	0,4292a	0,6740a	0,8792a	1,1510a	1,4027a	$y = 0,2185^{**}x - 0,1038$	0,98
Na <sup>+</sup> /Ca <sup>+2</sup>								
(CEsn: p<0,01; NC: p<0,01; CEsn vs NC: p<0,01; CV = 36,99%)								
CaCl <sub>2</sub>	2,3175a	1,3315b	0,8997b	1,2722b	0,7892b	0,8307c	$\bar{Y} = 1,2401$	
KCl	0,7552a	2,6475a	2,4667a	2,1957b	2,1765 <sup>a</sup>	2,2957b	$\bar{Y} = 2,0895$	
MgCl <sub>2</sub>	2,6752a	1,4460b	1,1110b	0,9407b	0,9937b	1,0097c	$\bar{Y} = 1,3627$	
NaCl	2,8197a	2,5197a	3,3957a	4,3750a	2,9487 <sup>a</sup>	7,2200a	$y = 0,2437^{**}x^2 - 1,3537x + 4,5558$	0,68
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>+2</sup>								
(CEsn: p<0,01; Nc: p<0,01; CEsn vs NC: p<0,01; CV = 43,37%)								
CaCl <sub>2</sub>	3,4692a	2,9645a	3,1212b	3,1057b	3,0807b	2,6437c	$\bar{Y} = 3,0641$	
KCl	4,0752a	4,2655a	4,5867b	5,2887b	6,1477 <sup>a</sup>	6,6572b	$\bar{Y} = 5,1701$	
MgCl <sub>2</sub>	3,1752a	2,3747a	2,0577b	1,9012b	1,9917b	2,2777c	$\bar{Y} = 2,2797$	
NaCl	3,6712a	4,7117a	7,5750a	10,913a	8,2840 <sup>a</sup>	19,208a	$y = 2,6211^{**}x - 1,9481$	0,76

CEsn: condutividade elétrica da solução nutritiva. NC: natureza catiônica preponderante na água. CV: Coeficiente de variação. Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas em nível de 0,05 da probabilidade pelo teste de média (Scott-Knott). CEsn: condutividade elétrica da solução nutritiva; \*\* significativo em nível de 1% de probabilidade; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

A interação entre os tratamentos influenciou significativamente ( $p < 0,01$ ) a relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>; Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup>; Na<sup>+</sup>/Mg<sup>+2</sup> (Tabela 1). Quando houve preponderância de Ca<sup>+2</sup>, o aumento da concentração não afetou ( $p > 0,05$ ) a relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, enquanto que sob premência de Na<sup>+</sup>, essa relação aumentou à taxa de 0,218 a cada dS m<sup>-1</sup> adicionado na solução nutritiva (Tabela 1). Por outro lado, o aumento sucessivo da concentração de K<sup>+</sup> implicou em redução do Na<sup>+</sup> no tecido vegetal. Quando houve predomínio de Mg<sup>+2</sup> na água constatou-se que mesmo com o aumento da CEsn, a relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> média foi de 0,2438.

A relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> no tecido vegetal das plantas cultivadas em condições de salinidade é importante para quantificar o nível da competição entre eles pelos sítios de absorção no plasmalema e indicar o aumento do efluxo de K<sup>+</sup> das raízes no meio de desenvolvimento, em função de distúrbios na integridade das membranas (INOCÊNCIO & CARVALHO, 2013).

A prevalência do K<sup>+</sup> na água não afetou ( $p > 0,05$ ) a relação Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup> no tecido vegetal. Quando houve a predominância de Na<sup>+</sup> na água, verificou-se que esta relação foi mínima (2,68) sob a CEsn estimada de 2,78 dS m<sup>-1</sup>.

A relação Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup> não foi afetada ( $p > 0,05$ ) quando houve predominância de Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> e K<sup>+</sup> na água, mesmo com o aumento da CEsn. É provável que o aporte de sais decorrente da reposição com águas salobras tenha implicado em processos de precipitação de sais em diferentes formas iônicas, afetado a absorção e não influenciando, assim, a relação Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup> no tecido vegetal (Tabela 1).

Quanto a relação Na<sup>+</sup>/Mg<sup>+2</sup>, verificou-se que com a preponderância de Na<sup>+</sup> o incremento linear na relação Na<sup>+</sup>/Mg<sup>+2</sup> foi à razão de 2,6211 por dS m<sup>-1</sup> incrementado, chegando à razão de 19,2 na CEsn de 6,7 dS m<sup>-1</sup>.

Quando houve predomínio do K<sup>+</sup> na água o aumento da CEsn não afetou ( $p > 0,05$ ) a

relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$ . Depreende-se, portanto, que a prevalência de  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  na água favoreceu a absorção de  $\text{Na}^+$  em detrimento do  $\text{Mg}^{+2}$ , uma vez que os cátions monovalentes são absorvidos mais rapidamente pelas raízes do que os bivalentes; neste caso, o  $\text{K}^+$  competiu fortemente com a absorção de cálcio e de magnésio (SILVA & TREVIZAM, 2015).

As diferentes naturezas catiônicas predominantes nas águas impactaram de modo semelhante à relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$  dentro de cada  $\text{CE}_{\text{sn}}$ . Verificou-se ainda maior relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$  sob predominância de  $\text{Na}^+=\text{K}^+>\text{Ca}^{+2}=\text{Mg}^{+2}$  nas águas.

## CONCLUSÕES

1. As relações  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ;  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ ;  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$  foram afetadas pela interação entre o aumento da concentração e as diferentes naturezas catiônicas.

2. A relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  foi maior sob predominância de  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{K}^+=\text{Mg}^{+2}$  nas águas. Já a relação  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  foi maior sob predominância de  $\text{Na}^+=\text{K}^+ > \text{Ca}^{+2}=\text{Mg}^{+2}$  nas águas. Por sua vez,  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$  foi maior sob predominância de  $\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Ca}^{+2}=\text{Mg}^{+2}$ .

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - PROEX) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento e oportunidade de desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVARENGA, C. F.; SILVA, E. M. D.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. D.; SILVA, L. D. A. Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, p. 191-200, 2019.

AQUINO, E. L.; SANTOS, A. R.; SOUZA, G. S.; SILVA, P. C. C. Plantas de amendoim (*Arachis Hypogaeae* L.) submetidas à diferentes doses de alumínio em solução nutritiva. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 1698-1714, 2013.

BEZERRA NETO; BARRETO, L. P. **Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas**. Recife: UFPE, 2011.

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

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

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

INOCÊNCIO, M. F.; CARVALHO, J. G. Características morfológicas e absorção de nutrientes em duas espécies florestais sob diferentes soluções nutritivas. **Global science and technology**, v. 06, p. 124-136, 2013.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic press, 2011.

SANES, F. S. M.; CASTILHOS, R. M. V.; SCIVITTARO, W. B.; VAHL, L. C.; MORAIS, J. R. D. Morfologia de raízes e cinética de absorção de potássio em genótipos de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 688-697, 2013.

SANTOS JÚNIOR, J.; 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, 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, p. 961-969, 2010.

SILVA JÚNIOR, F. J. D.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, M. M. D.; SILVA, Ê. F. D. F.; SOUZA, E. R. D. Water relations of chives in function of salinity and circulation frequency of nutrient solutions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, p. 359-365, 2019.

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. **Informações agronômicas**, v. 49, p. 16, 2015.

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, p. 246-258, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

YANG, T.; KIM, H. J. Nutrient management regime affects water quality, crop growth, and nitrogen use efficiency of aquaponic systems. **Scientia Horticulturae**, v. 256, p. 108-619, 2019.