

ACÚMULO DE CÁTIONS EM PLANTAS DE CEBOLINHA CULTIVADA COM ÁGUAS SALOBRAS SOB SISTEMA HIDROPÔNICO

Anna Cecília Ribeiro Alves da Silva¹, Gerônimo Ferreira da Silva², Sirleide Maria de Menezes³, José Amilton Santos Júnior², Ênio Farias de França e Silva², Manassés Mesquita da Silva²

RESUMO: Na região semiárida do Brasil a disponibilidade hídrica é restrita e muitas vezes a única fonte de água disponível possui altas concentrações de sais. Como alternativa, a hidroponia permite o uso de água salobra para produção de diversas hortaliças, entretanto, a salinidade pode ocasionar distúrbios nutricionais. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da salinidade sobre o acúmulo de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e suas relações com o sódio (Na) em cebolinha (*Allium fistulosum* L.), cv. Todo Ano Evergreen sob cultivo hidropônico. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE, Recife-PE, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2, sendo seis níveis de salinidade da solução nutritiva (1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 dS m⁻¹) e duas frequências de circulação (duas vezes por dia, nos horários 8 e 16h; e três vezes por dia, nos horários 8, 12 e 16h), com cinco repetições. O aumento da salinidade reduziu o acúmulo de K, Ca, Mg e Na. Com três circulações da solução nutritiva ocorreu maior acúmulo dos nutrientes estudados. Mesmo havendo redução do acúmulo de sódio, as relações Na/K, Na/Ca e Na/Mg foram crescentes em função do aumento da salinidade.

PALAVRAS-CHAVE: solução nutritiva; estresse salino; *Allium fistulosum* L.

ACCUMULATION OF CATIONS IN SCALLION PLANTS CULTIVATED WITH BRACKISH WATERS UNDER HYDROPONIC SYSTEM

¹Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE, Dois Irmãos, CEP 52.171-900, Recife, PE. Fone (81) 992832457. E-mail: cecilia.ribeiro.414@gmail.com

²Professores. Doutores, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

³Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

ABSTRACT: In the semiarid region of Brazil the hídrica availability is restricted and many times the only available water source possesss high concentrations of leaves. As alternative, the hidroponia allows to the water use salobra for production of diverse hortaliças, however, the salinity can cause nutricionais riots. In such a way, it was objectified with this work to evaluate the effect of the salinity on the accumulation of potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) and its relations with sodium (Na) in scallion plants (*Allium fistulosum* L.), cv. All Year Evergreen under hidropônico culture. The experiment was lead in environment protected in the Department of Agricultural Engineering of the UFRPE, Recife-PE, in delineation entirely casualizado, factorial project 6 x 2, being six levels of salinity of nutritional solution (1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 and 9,0 dS m⁻¹) and two frequencies of circulation (two times per day, in schedules the 8 and 16h; e three times per day, in the schedules 8, 12 and 16h), with five repetitions. The increase of the salinity reduced the accumulation of K, Ca, Mg and Na. With three circulações of the nutritional solution bigger accumulation of the studied nutrients occurred. Exactly having reduction of the accumulation of sodium, the relations Na/K, Na/Ca and Na/Mg they had been increasing in function of the increase of the salinity.

KEYWORDS: nutritious solution; saline stress; *Allium fistulosum* L.

INTRODUÇÃO

A busca por inovações tecnológicas que possam viabilizar a utilização de águas ditas “impróprias” para o cultivo de alimentos tem-se tornado matéria-prima para diversos estudos no meio agrícola para produções de cunho competitivo (Silva et al., 2018). Essas inovações tornam-se ainda mais importantes em regiões onde a água apresenta na sua constituição altas concentrações de sais, como é o caso da região semiárida. Em vista disso, a hidroponia torna-se uma alternativa ao cultivo convencional, que cada vez mais ganha mercado entre os produtores por ser capaz de proporcionar maior rendimento e qualidade da produção, além de reduzir o risco de surgimento de pragas e doenças, havendo maior controle do crescimento das plantas e desvinculando a produção da qualidade do solo e das variações climáticas das estações do ano (Marques et al., 2016).

Ainda que poucos estudos tenham sido realizados com a cebolinha, essa hortaliça tem-se demonstrado produtiva e adaptável a este sistema de cultivo, sendo uma cultura condimentar de grande apreciação na alimentação humana (Cardoso & Berni, 2012; Silva Júnior et al, 2019). Apesar da adaptabilidade da cultura, Silva et al. (2016) ressaltam a indispensável atenção com a

frequência de recirculação da solução nutritiva pois, segundo eles, a diminuição da concentração de oxigênio na mesma podem causar a redução da respiração das raízes e, conseqüentemente, levar a menor produção de energia celular, menor crescimento radicular e menor absorção de nutrientes pelo transporte ativo.

Sob cultivo com águas salobras, as plantas ficam sujeitas a possíveis desequilíbrios nutricionais ocasionados pelo excesso de íons de sódio que suscita uma redução do crescimento e do desenvolvimento vegetal (Silva, 2014). O excesso do cátion sódio no meio de crescimento das raízes promove competição pelos sítios de absorção, especialmente de potássio, cálcio e magnésio, levando a deficiências nutricionais na planta (Fageria, 1991). Portanto, conhecer as relações catiônicas em plantas produzidas em sistema hidropônico com a utilização de águas salobras torna-se necessário na busca por incrementos de produtividade e de qualidade dos produtos.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da salinidade sobre o acúmulo de potássio, cálcio e magnésio e suas relações com o sódio em cebolinha sob cultivo hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no período compreendido entre dezembro de 2016 e maio de 2017 em casa de vegetação, localizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE (8° 01' 07" de latitude Sul e 34° 56' 53" de longitude Oeste, e altitude média de 6,5 m).

O experimento foi composto por uma estrutura experimental que compreende um módulo hidropônico de baixo custo (Santos Júnior et al., 2016). O módulo consiste em um suporte de madeira em forma de triângulo, largo, impermeabilizado com tinta óleo, com dimensões equivalentes a 6 m de comprimento e 1,8 m de altura. A armação comporta doze tubos de PVC, com 6 m de comprimento cada, em nível, e com 100 mm de diâmetro. Nestes tubos, foram perfuradas aberturas circulares de 60 mm de diâmetro, espaçadas de forma equidistantes a cada 0,2 m, considerando-se o eixo central de cada círculo.

Além disso, foram acoplados aos tubos, joelhos de mesma bitola ligados a uma torneira para saída de água, num sistema "tipo vertedouro", visando a indução da formação de um nível constante de 0,04 m de lâmina dentro do tubo, em toda sua extensão, proporcionando uma distribuição equitativa de solução nutritiva para todas as plantas do tubo.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2 (níveis de salinidade x frequências de circulação), com cinco repetições. Os tratamentos consistiram

da utilização de seis níveis crescentes de salinidade da solução nutritiva (CEsn) (1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 dS m⁻¹) e duas frequências de circulação desta solução a (FCsn) (duas vezes ao dia, sendo às 8 e às 16 h, e três vezes ao dia, sendo às 8, 12 e 16 h).

A solução nutritiva para cada tratamento foi elaborada em reservatórios com capacidade para 100 L que foram preenchidos com 90 L de água fornecida pelo abastecimento local (0,12 dS m⁻¹). Em seguida, conforme a proposta de Richards (1954), foram quantificadas as respectivas quantidades de NaCl a serem solubilizadas, de modo a atingir os níveis de salinidade propostos (1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 dS m⁻¹). Posteriormente, foram solubilizados os fertilizantes equitativamente para todos os tratamentos, baseando-se nas recomendações de Furlani (1999). A reposição da lâmina evapotranspirada foi efetuada com água salobra utilizada no preparo da solução nutritiva.

A cultura implantada foi a cebolinha (*Allium fistulosum* L.) cv. Todo Ano Evergreen-Nebuka. O semeio foi realizado em copos descartáveis de 180 ml perfurados. As mudas começaram a receber os tratamentos com águas salobras aos 25 DAS. Para avaliar o acúmulo de K, Ca, Mg e Na nas plantas em função dos tratamentos avaliados, foram coletadas amostras da parte aérea das mesmas aos 65 DAS. O material foi seco em estufa e, posteriormente, pesado para a obtenção da matéria seca. O Na e o K foram determinados pelo método de fotometria de chamas, o Ca e o Mg pelo método de espectrofotometria de absorção atômica, de acordo com Bezerra Neto & Barreto (2011).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância) pelo teste F ($p < 0,05$) e quando constatado efeito significativo, as condutividades elétricas da solução nutritiva foram comparadas mediante análise de regressão ($p < 0,05$) e as frequências de circulação mediante teste de Scott Knott ($p < 0,05$) por meio do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância, observada na Tabela 1, verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) da interação entre os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsn) e as frequências de circulação desta solução (FCsn) sobre o acúmulo de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na). O efeito da interação entre os níveis de CEsn e as FCsn sobre o acúmulo de K, Ca, Mg e Na na cultura da cebolinha pode ser verificado nas Figuras 1A, B, C e D, respectivamente.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o acúmulo dos cátions sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e das relações catiônicas entre Na/K, Na/Ca e Na/Mg na cultura da cebolinha cv. Todo Ano, em função de níveis de salinidade e frequência de circulação da solução nutritiva.

FV	GL	QM			
		Na	P	Ca	Mg
CEsn	5	$2,6 \times 10^{-5}^{**}$	$7,16 \times 10^{-4}^{**}$	$1,878 \times 10^{-3}^{**}$	$1,5 \times 10^{-5}^{**}$
Frequência (F)	1	$6,7 \times 10^{-5}^{**}$	$4,69 \times 10^{-4}^{**}$	$4,18 \times 10^{-4}^{**}$	$4,507 \times 10^{-7}^{**}$
(CEsn) * (F)	5	$4 \times 10^{-6}^{**}$	$3,7 \times 10^{-5}^{**}$	$2,4 \times 10^{-5}^*$	$3,129 \times 10^{-7}^{**}$
Repetição	4	$6,581 \times 10^{-7}^{ns}$	$2 \times 10^{-6}^{ns}$	$8 \times 10^{-6}^{ns}$	$2,208 \times 10^{-8}^{ns}$
Erro	44	$2,713 \times 10^{-7}$	10^{-6}	10^{-5}	$2,208 \times 10^{-8}$
CV	%	8,72	8,31	14,76	10,98

FV	GL	Relações Catiônicas		
		Na/K	Na/Ca	Na/Mg
CEsn	5	0,689**	0,438**	36,778**
Frequência(F)	1	0,014**	1,198**	13,419**
CEsn*F	5	0,019**	0,079**	0,662 ^{ns}
Repetição	4	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,348 ^{ns}
Erro	44	0,068	0,002	0,454
CV	%	7,26	11,15	16,69

** e *, respectivamente: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo pelo teste "F".

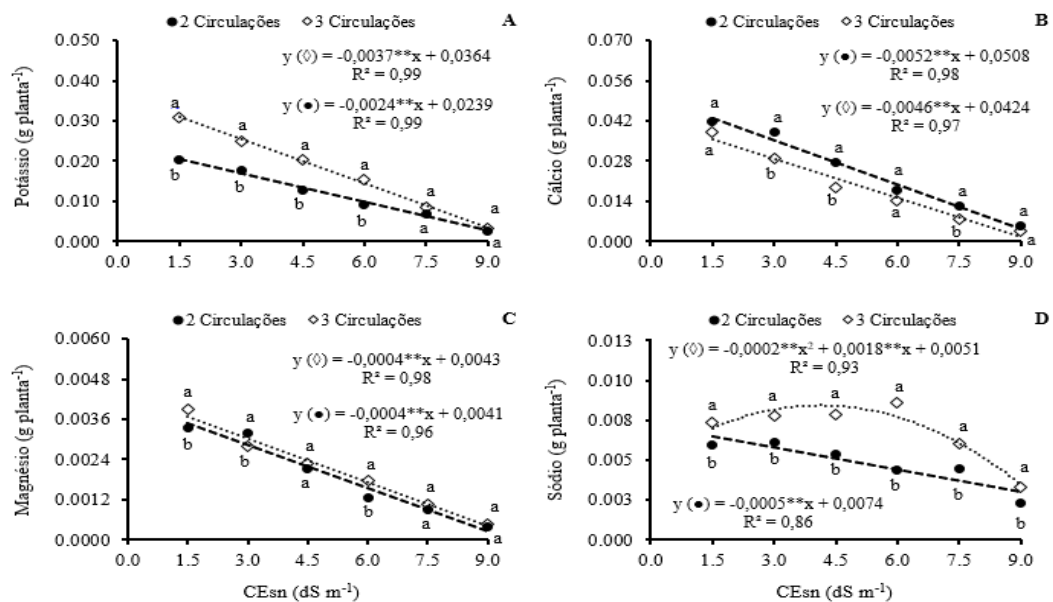


Figura 1. Acúmulo de potássio (A), cálcio (B), magnésio (C) e sódio (D) na cultura da cebolinha em função da interação entre os níveis de salinidade e as frequências de circulação da solução nutritiva com reposição de água salobra. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as frequências de circulação (duas e três circulações) pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

O acúmulo de K (Figura 1A) reduziu linearmente em função do aumento da CEsn, com decréscimo unitário de 0,0024 e 0,0037 g planta⁻¹ com duas e três FCsn, respectivamente. Houve diferença significativa das FCsn dentro dos níveis de CEsn de 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹, com

incrementos de 52,0; 51,5; 50,8; 49,5% para a condição com três FCsn, que no nível salino de 1,5 dS m⁻¹ acumulou o máximo de K de 0,031 g planta⁻¹.

Para o acúmulo de Ca (Figura 1B) houve comportamento linear decrescente em relação aos níveis de CEsn dentro das FCsn, onde para cada aumento unitário da salinidade constatou-se uma redução de 0,0052 e 0,0046 g planta⁻¹ no acúmulo de Ca com duas e três FCsn, respectivamente. As FCsn dentro dos níveis de CEsn apresentaram diferença significativa nas salinidades de 3,0; 4,5 e 7,5 dS m⁻¹, com incrementos de 20,1; 26,3 e 49,37%, respectivamente, para a condição com duas FCsn, que acumulou o máximo de Ca de 0,043 g planta⁻¹ no menor nível salino estudado.

Em relação ao acúmulo de Mg (Figura 1C), que também reduziu linearmente em função do aumento dos níveis de CEsn, em cada aumento unitário da CEsn houve um decréscimo de 0,0004 g planta⁻¹ de Mg em ambas as FCsn. As FCsn diferiram entre si nas salinidades de 1,5; 3,0 e 6,0 dS m⁻¹, com incrementos de 5,7 e 11,8% nos níveis de CEsn de 1,5 e 6,0 dS m⁻¹ para a condição com três FCsn e 6,9% no nível de 3,0 da CEsn com duas FCsn. No nível salino de 1,5 dS m⁻¹ com três FCsn obteve-se o acúmulo máximo de Mg de 0,004 g planta⁻¹.

Estudando o acúmulo de nutrientes em cebolinha sob cultivo hidropônico, Araújo et al. (2016) obtiveram acúmulos máximo de K, Ca e Mg de 0,028; 0,036 e 0,005 g planta⁻¹ destes nutrientes, respectivamente.

Em relação ao acúmulo de Na (Figura 1D) na condição com duas FCsn, houve redução linear de 0,0005 g planta⁻¹ a cada aumento unitário da salinidade. Já com três FCsn ajustou-se o modelo quadrático com acúmulo máximo de Na de 0,0092 g planta⁻¹ no nível de salinidade correspondente a 4,5 dS m⁻¹. Houve diferença significativa das FCsn dentro de todas os níveis de CEsn, com incrementos de 11,36; 47,46; 76,92; 97,73; 100 e 75,9% de acordo com a ordem crescente dos níveis de salinidade, para a condição com três circulações. De acordo com Lima et al, (2015) a redução do acúmulo de Na em função do aumento dos níveis salinos pode representar um mecanismo de adaptação das plantas na tentativa de manter a concentração desse íon em níveis toleráveis para a manutenção dos processos fotossintéticos.

Na Figura 2 pode-se constatar o efeito da interação entre os níveis de CEsn e as FCsn sobre a relação Na/K (A) e Na/Ca (B), e o efeito dos fatores isolados sobre a relação Na/Mg (C).

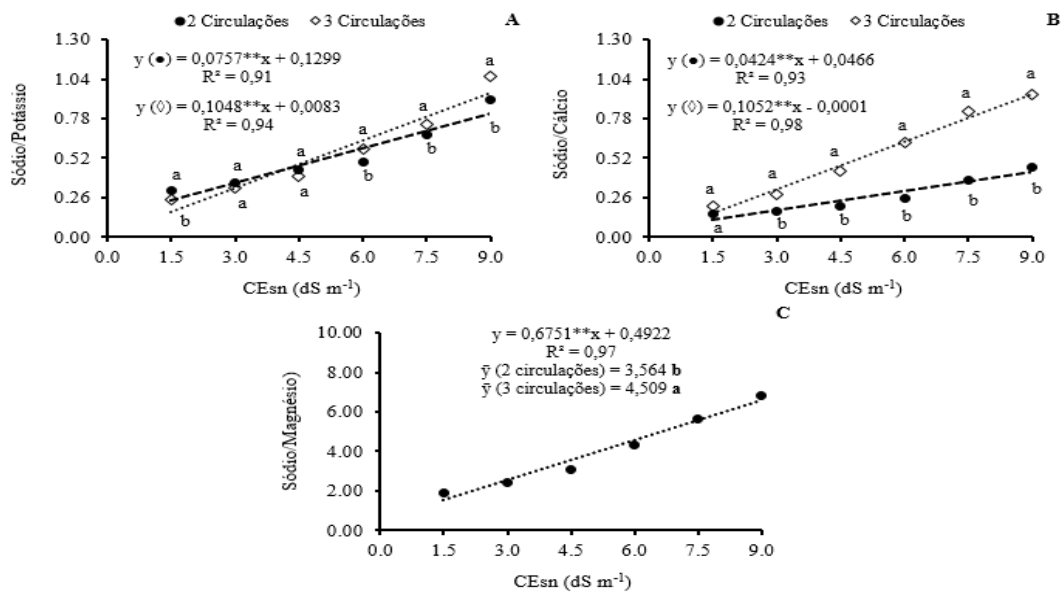


Figura 2. Relações sódio/potássio (A) e sódio/cálcio (B) em função da interação entre os níveis de salinidade e frequências de circulação da solução nutritiva; e relação sódio/magnésio (C) em função do efeito isolado desses fatores na cultura da cebolinha com reposição de água salobra. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as frequências de circulação (duas e três circulações) pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

O aumento dos níveis da CESn afetou as relações Na/K, Na/Ca e Na/Mg (Figura 2A, B e C) na parte aérea das plantas de cebolinha que aumentaram linearmente. As relações Na/Mg e Na/K foram mais expressivas que a relação Na/Ca, em virtude do menor acúmulo de Mg e K pelas plantas. O aumento da absorção de sódio reduziu a absorção de K que, de acordo com Sousa et al (2010), este fenômeno pode ser explicado pelo fato da relação competitiva entre esses cátions monovalentes, na zona radicular da planta. Além dos efeitos do sódio nessas relações, pode ainda ter ocorrido efeito das relações K, Ca e Mg, onde maiores concentrações de K e Ca induzem a deficiência de Mg (Marschner, 2012). A relação Na/Ca apresentou-se menos expressiva, devido ao Ca poder estabelecer um equilíbrio osmótico no citoplasma mais compatível com o metabolismo celular, dando condições para o estabelecimento das plantas sob condições de estresse salino (Girija et al., 2002).

CONCLUSÕES

O aumento dos níveis de salinidade da solução nutritiva reduziu o acúmulo de K, Ca, Mg e Na na parte aérea das plantas de cebolinha. Com três frequências da solução nutritiva ocorreu maior acúmulo dos nutrientes estudados. Mesmo havendo redução do acúmulo de Na, as relações Na/K, Na/Ca e Na/Mg foram crescentes em função do aumento da salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, J. L.; Faquin, V.; Baliza, D. P.; Ávila, F. W. D.; Guerrero, A. C. Crescimento e nutrição mineral de cebolinha verde cultivada hidroponicamente sob diferentes concentrações de N, P e K. *Revista Ceres*, v. 63, n. 2, p. 232-240, 2016.
- Bezerra Neto, E.; Barreto, L. P. *Análises químicas e bioquímicas em plantas*. Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 2011. 267 p.
- Cardoso, M. O.; Berni, R. F. Índices agronômicos na cebolinha com doses de sulfato de amônio. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 2, p. 2375-2382, 2012.
- Fageria N. K. Tolerance of rice cultivar to salinity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, n. 2, p. 281-288, 1991.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- Furlani, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. *Acta Horticulturae*, The Hague, v.481, n. 1, p. 777-778, 1999.
- Girija, C.; Smith, B. N.; Swamy, P. M. Interactive effects of sodium chloride and calcium chloride on the accumulation of proline and glycinebetaine in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Environmental Experimental Botany*, v. 47, n. 1, p. 1-10, 2002.
- Lima, G. S.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A.; Pinheiro, F. W. A.; Dias, A. S. Crescimento, teor de sódio, cloro e relação iônica na mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Comunicata Scientiae*, v. 6, n. 2, p. 212-223, 2015.
- Marques, G. N.; Peil, R. M. N.; Carini, F.; Rosa, D. S. B.; Lago, I. Análise do crescimento de genótipos de minimelancia em hidroponia. *Interciencia*, v. 41, n. 1, p. 67-74, 2016.
- Marschner, P. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3ed. Academic Press, 2012. 649 p.
- Richards, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: U.S. Department of Agriculture. 1954. 160p. *Agricultural handbook*, 60

Santos Júnior, J. A.; Gheyi, H. R.; Cavalcante, A. R.; Dias, N. da S.; Medeiros, S. de 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.; 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. 718-729, 2013.

Silva Júnior, F. J.; Santos Júnior, J. A.; Silva, M. M.; Silva, Ê. F. F.; Souza, E. R. Water relations of chives in function of salinity and circulation frequency of nutriente solutions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 5, p. 359-365, 2019.

Silva, A. O. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. *Revista Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais*, v. 2, n. 3; p. 180-186, 2014.

Silva, M. G.; Oliveira, I. S.; Soares, T. M.; Gheyi, H. R.; Santana, G. O.; Pinho, J. S. Growth, production and water consumption of coriander in hydroponic system using brackish waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 8, p. 547-552, 2018.

Silva, M. G.; Soares, T. M.; Gheyi, H. R.; Silva Filho, J. A.; Carmo, F. F. Frequency of recirculation of nutriente solution in hydroponic cultivation of coriander with brackish water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 5, p. 447-454, 2016.

Sousa, G. G.; Lacerda, C. F.; Cavalcante, L. F.; Guimarães, F. V. A.; Bezerra, M. E. J.; Silva, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 11, p. 1143-1151, 2010.