

ACÚMULO DE CÁTIONS EM CULTIVARES DE ALFACE CULTIVADA COM ÁGUAS SALOBRAS SOB SISTEMA HIDROPÔNICO DE BAIXO CUSTO

Anna Cecília Ribeiro Alves da Silva¹, Gerônimo Ferreira da Silva², Sirleide Maria de Menezes³, Ruana Íris Fernandes Cruz³, José Amilton Santos Júnior², Mário Monteiro Rolim²

RESUMO: A crescente necessidade de métodos alternativos que mitiguem os efeitos deletérios da salinidade proveniente do uso de águas salobras na produção da cultura da alface evidencia a propensão da hidroponia de baixo custo na agricultura familiar. Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da salinidade sobre o acúmulo de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e suas relações com o sódio (Na) em cultivares de alface cultivadas em sistema hidropônico de baixo custo. O experimento foi conduzido em ambiente protegido na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE, campus Sede, Recife-PE, em delineamento experimental de blocos inteiramente casualizado, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial (6 x 2), com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da utilização de seis níveis de salinidade da solução nutritiva (1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹) e duas cultivares de alface (Americana Betty e Crespa Mimosa), totalizando 48 parcelas experimentais. Em ambas as cultivares avaliadas, o aumento dos níveis de salinidade da solução nutritiva reduziu os acúmulos de K e de Mg e elevou as relações de Na/K, Na/Ca e Na/Mg.

PALAVRAS-CHAVE: nutrição mineral, solução nutritiva, salinidade

ACCUMULATION OF CATIONS IN CULTIVARS OF LETTUCE CULTIVATED WITH BRACKISH WATERS UNDER A LOW COST HYDROPONIC SYSTEM

ABSTRACT: The growing need for alternative methods to mitigate the deleterious effects of salinity from the use of brackish water in the production of lettuce culture demonstrates the propensity of low-cost hydroponics in family farming. In this sense, the objective of this study was to evaluate the effect of salinity on the accumulation of potassium (K), calcium (Ca) and

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE, Dois Irmãos, CEP 171-900, Recife, PE. Fone (81) 9 9283-2457. E-mail: cecilia.ribeiro.414@gmail.com

² Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

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

magnesium (Mg) and their relationship with sodium (Na) in lettuce cultivars grown in a low cost hydroponic system. The experiment was conducted in a protected environment in the experimental area of the Department of Agricultural Engineering at UFRPE, campus Sede, Recife-PE, in a completely randomized block design, with treatments distributed in a factorial scheme (6 x 2), with 4 replications. The treatments consisted of using six salinity levels of the nutrient solution (1.5; 2.5; 3.5; 4.5; 5.5 and 6.5 dS m⁻¹) and two lettuce cultivars (Americana Betty and Crespa Mimosa), totaling 48 experimental plots. The increase in salinity levels reduced potassium and magnesium accumulation, regardless of the types of cultivars evaluated. In both cultivars evaluated, the increase in the salinity levels of the nutrient solution reduced the accumulations of K and Mg and increased the Na/K, Na/Ca and Na/Mg ratios.

KEYWORDS: mineral nutrition, nutritive solution, salinity

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é assolado por irregularidades climáticas de alta variação espacial e temporal dos fatores meteorológicos que impõe limitações ao alcance máximo da produção agrícola nas lavouras da região (SOUZA et al., 2015). Como contrapartida, agricultores utilizam águas subterrâneas para irrigação. No entanto, Silva et al. (2018), informam que estes corpos d'água apresentam altas concentrações de sais, graças à geologia regional, tornando-se prejudiciais para determinadas culturas.

Como alternativa para minimizar os efeitos da salinidade e, também, beneficiar financeiramente o produtor rural, surgiram os sistemas hidropônicos de baixo custo (SANTOS JÚNIOR et al., 2013). No entanto, em sistemas hidropônicos, a condutividade elétrica da solução pode afetar negativamente a nutrição mineral das culturas com reflexos sobre a absorção e o acúmulo de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, redução da produção e aumento da susceptibilidade a distúrbios fisiológicos (SHANNON, 1997).

Com o intuito de suprir exigências do mercado, são cultivados diversos grupos de alface (*Lactuca sativa* L.), dentre eles, a alface Americana Betty e a Crespa Mimosa. Segundo Brezezinski et al. (2017), a alface Americana apresenta destaque entre os consumidores por apresentar folhas internas de coloração amarela ou branca, imbricadas e crocantes, além de suportar melhor o processamento e apresentar melhor conservação pós-colheita e resistência ao transporte e manuseio. Por outro lado, a alface mais consumida no Brasil é a crespa, que lidera o mercado, representando 70% das vendas. Por não formarem cabeça e pelas suas

folhas crespas, o manuseio e o transporte desta variedade são facilitados (MALDONADE et al., 2014)

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da salinidade sobre o acúmulo de K, Ca e Mg e suas relações com o sódio (Na) em cultivares de alface cultivadas em sistema hidropônico de baixo custo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em ambiente protegido do tipo casa de vegetação, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, campus Sede, 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 compreendeu um módulo hidropônico de baixo custo (SANTOS JÚNIOR et al., 2013). O módulo consiste em um suporte piramidal de madeira, impermeabilizada com tinta óleo, com dimensões equivalentes a 0,45 m de largura do topo, 1,4 m de largura da base, 1,5 m de comprimento e 1,8 m de altura, que suporta 12 tubos de PVC, em nível, com 100 mm de diâmetro. Nesses 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.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2, correspondentes a seis níveis de salinidade da solução nutritiva (1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹) e duas cultivares de alface (Americana Betty e Crespa Mimosa). Conforme proposto por Richards (1954), foram quantificadas as respectivas quantidades de NaCl a serem solubilizadas, de modo a atingir os níveis de salinidade desejados. O preparo das soluções nutritivas foi realizado de acordo com os procedimentos metodológicos propostos por Furlani et al. (1999). As plantas começaram a receber os tratamentos com águas salobras aos 12 DAS. A circulação da solução nutritiva foi realizada duas vezes ao dia, às 9:00 horas e às 15:00 horas. As plantas foram coletadas aos 65 DAS. Por ocasião da colheita das plantas, foram quantificados na matéria seca das mesmas os acúmulos de K, Ca, Mg e Na. O K e o Na foram determinados pelo método de fotometria de chama e o Ca e o Mg pelo método de espectrofotometria de absorção atômica.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) pelo teste F (p<0,05) para fontes de variação “níveis de salinidade” e “tipos de cultivares”, bem como para suas interações. Constando-se efeito significativo, os níveis de salinidade da solução nutritiva

foram comparados mediante análise de regressão polinomial ($p < 0,05$), enquanto os tipos de cultivares de alface foram comparados por meio do teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da ANAVA, observada na Tabela 1, verificou-se que não houve efeito significativo ($p < 0,01$) da interação entre os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsn) e as cultivares sobre o acúmulo de sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Os acúmulos de Na, K, Mg e Ca foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelo fator isolado níveis de salinidade da solução nutritiva e o fator isolado tipos de cultivares influenciou significativamente ($p < 0,05$) os acúmulos de Mg e Ca. Os efeitos sobre os acúmulos de Na, K, Mg e Ca podem ser observados nas Figuras 1A, 1B, 1C e 1D, respectivamente. Verificou-se que houve efeito significativo da interação entre os níveis de CEsn e as cultivares sobre as relações catiônicas Na/K, Na/Ca e Na/Mg, o que pode ser verificado nas Figuras 2A, 2B e 2C, respectivamente.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os acúmulos de sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca) e das relações catiônicas entre sódio/potássio (Na/K), sódio/magnésio (Na/Mg) e sódio/cálcio (Na/Ca) na cultura do alface, em função dos tipos de cultivares (Americana Betty e Crespa Mimosa) e de níveis de salinidade (1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹).

FV	GL	QM			
		Na	K	Mg	Ca
Cultivares	1	0,001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{**}	0,001 [*]
Salinidade	5	0,003 [*]	0,053 ^{**}	0,001 ^{**}	0,001 ^{**}
C x S	5	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Bloco	3	0,001 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Erro	33	0,001	0,006	0,0001	0,0002
CV	%	32,00	32,51	31,26	31,33

FV	GL	Relações Catiônicas		
		Na/K	Na/Mg	Na/Ca
Cultivares	1	0,0257 ^{**}	18,158 ^{**}	0,478 ^{**}
Salinidade	5	0,338 ^{**}	15,376 ^{**}	0,955 ^{**}
C x S	5	0,0204 ^{**}	3,201 ^{**}	0,476 ^{**}
Bloco	3	0,0023 ^{ns}	0,335 ^{ns}	0,069 ^{ns}
Erro	33	0,0018	0,123	0,0521
CV	%	7,92	8,62	10,19

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

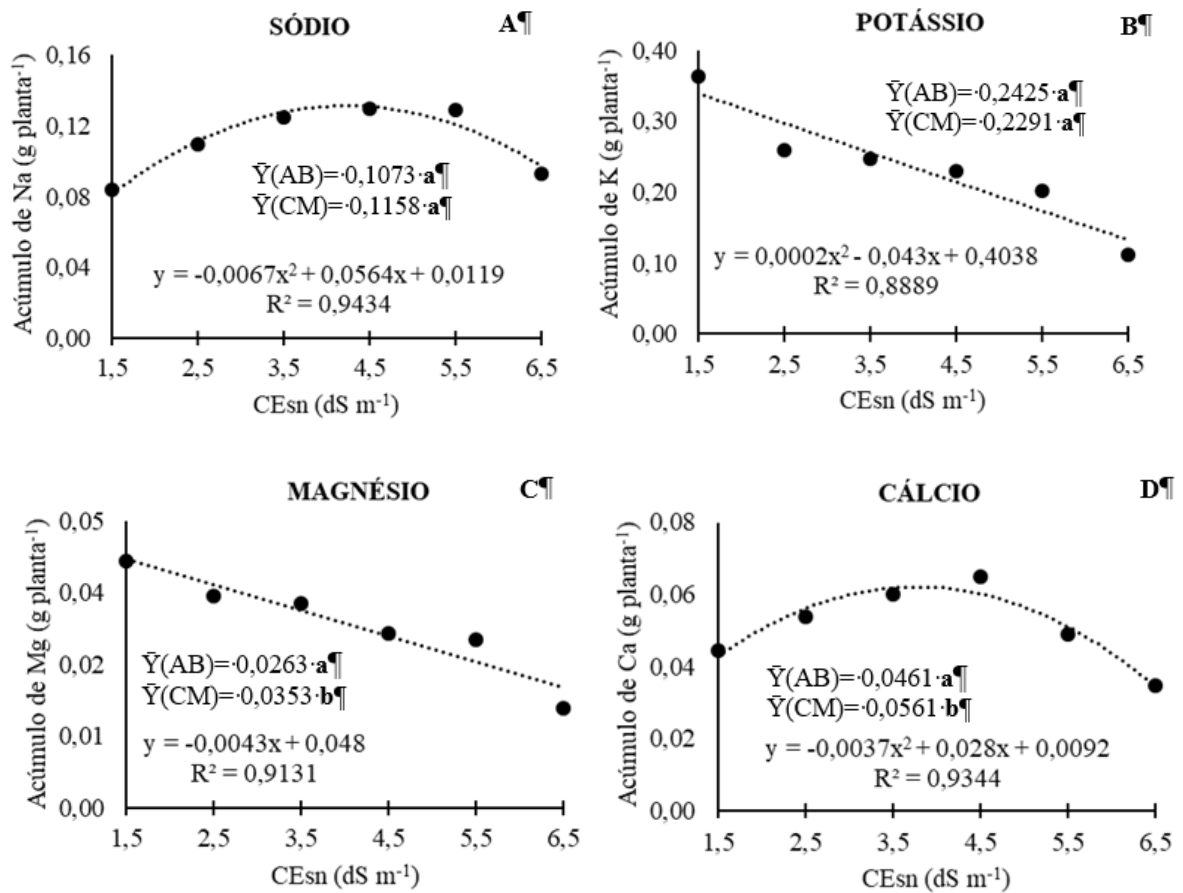


Figura 1. Acúmulo de Na, K, Mg e Ca na cultura da alface em função do efeito isolado dos fatores analisados “níveis de salinidade da solução nutritiva (CESn)” e “tipos de cultivares” (A, B, C e D, respectivamente). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de cultivares utilizados pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

A CESn que proporcionou o maior acúmulo de Na (Figura 1A) foi de 4,21 dS m⁻¹ (0,131 g planta⁻¹). O valor encontrado é 60,9% superior ao acúmulo de Na encontrado na CE de 1,5 dS m⁻¹ (0,0814 g planta⁻¹). Nascimento (2014), estudando a alface cv. Babá de Verão, constatou que a cultura apresentou acúmulo de Na na faixa compreendida entre 124,8 a 240,36 mg g⁻¹.

Tratando-se do K (Figura 1B), a CESn que proporcionou o maior acúmulo do nutriente foi a de 1,5 dS m⁻¹, correspondendo a 0,339 g planta⁻¹, valor 155% superior ao acúmulo de K resultante no maior nível de salinidade aplicado (6,5 dS m⁻¹), que correspondeu a 0,133 g planta⁻¹. O K foi o nutriente acumulado em maior quantidade pelas cultivares de alface. Marschner (2012) explica que este acontecimento se deve ao fato desse nutriente ser requerido na ativação de diversas enzimas essenciais à síntese de compostos orgânicos, entre eles o amido.

Para o Mg (Figura 1C), a cv. Crespa Mimosa (0,0353 g planta⁻¹) apresentou acúmulo superior a cv. Americana Betty (0,0263 g planta⁻¹) em 34,2%. A CESn que proporcionou o

maior acúmulo de Mg foi a de 1,5 dS m⁻¹ (0,041 g planta⁻¹). Beninni et al. (2005) obtiveram acúmulo máximo de 0,071 g planta⁻¹, à CE de 1,8 a 2 dS m⁻¹.

Em relação ao Ca, os fatores analisados apresentaram efeito significativo de forma isolada. A cv. Crespa Mimosa (0,0562 g planta⁻¹) apresentou um incremento de 21,9% quando comparada a cv. Americana Betty (0,0461 g planta⁻¹) (Figura 1D). O nível de salinidade da solução nutritiva que proporcionou o maior acúmulo de Ca foi o de 3,78 dS m⁻¹ (0,0622 g planta⁻¹). Grangeiro et al. (2006), ao trabalharem com as cultivares de alface Tainá, Babá de Verão e Verônica, obtiveram acúmulos de Ca 0,063; 0,054 e 0,046 g planta⁻¹, respectivamente, validando os valores obtidos neste estudo.

A elevação dos níveis de salinidade proporcionou aumentos lineares crescentes nas relações Na/K (Figura 2A), Na/Ca (Figura 2B) e Na/Mg (Figura 2C) tanto para a cv. Americana Betty quanto para a cv. Crespa Mimosa. Segundo Soares (2018), quando em contato com águas salobras, as plantas assimilam íons de sódio e cloreto em altas concentrações nos tecidos (estresse por toxidez), o que interfere desfavoravelmente na absorção de íons essenciais (estresse mineral por deficiência nutricional), além de acarretar atenuação do rendimento e desenvolvimento das plantas.

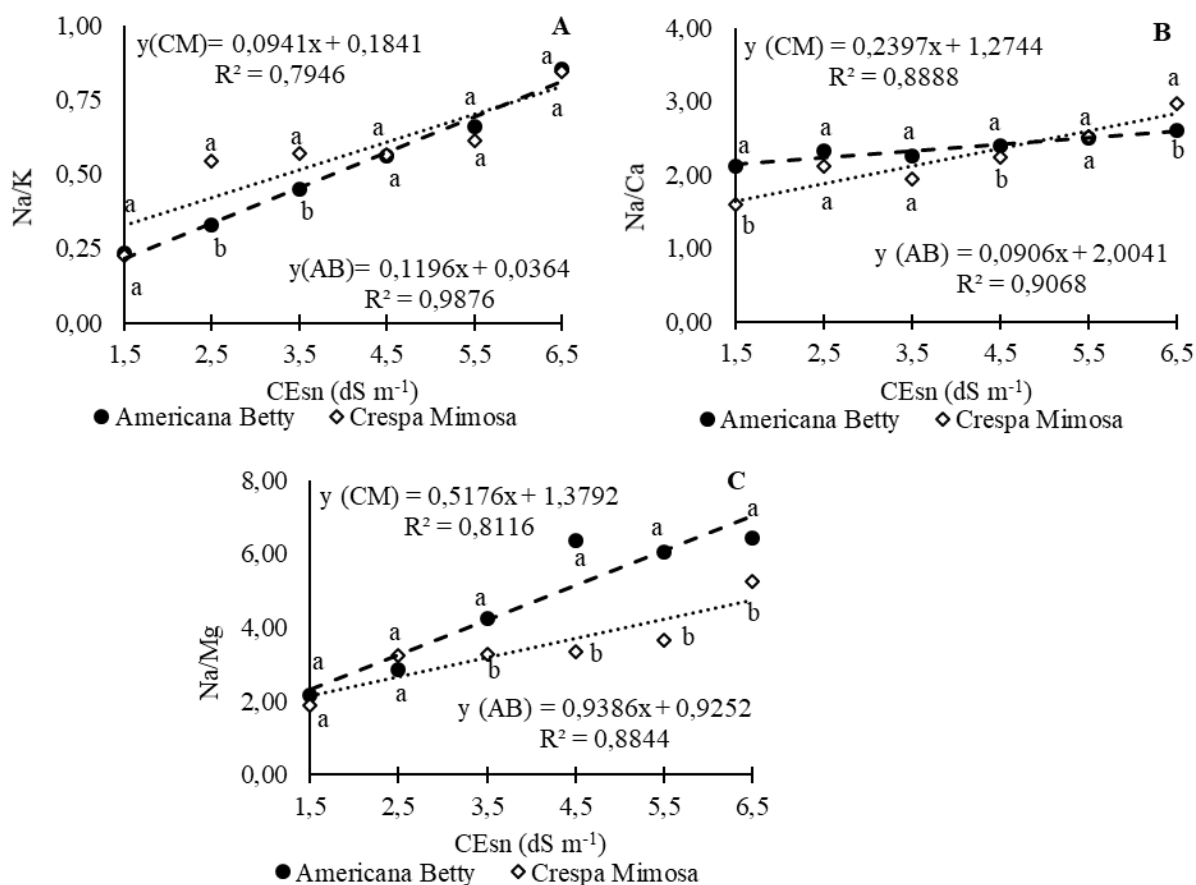


Figura 2. Relação entre os acúmulos de Na na cultura da alface com (A) K (Na/K), (B) Ca (Na/Ca) e (C) Mg (Na/Mg) em função dos “níveis de salinidade da solução nutritiva (CEsn)” e “tipos de cultivares”. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de cultivares utilizados, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

Em ambas as cultivares avaliadas, o aumento dos níveis de salinidade da solução nutritiva reduziu os acúmulos de K e de Mg e elevou as relações de Na/K, Na/Ca e Na/Mg.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônicos e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 3, p. 273-282, 2005.

BREZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELLI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 64, n. 1, p. 83-89, 2017.

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

GRANGEIRO, L. C.; COSTA, K. R.; MEDEIROS, M. A.; SALVIANO, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F. B.; OLIVEIRA, S. L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semiárido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 190-194, 2006.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de boas práticas na produção de alface**. Embrapa Hortaliças, 44 p., 2014.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3ed. Academic Press, 2012. 649 p.

NASCIMENTO, M. H. **Assimilação de Lítio, Sódio e Potássio por plantas de Alface**. Cruz das Almas: UFRB, 2014. 52p. Dissertação Mestrado.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S. Department of Agriculture. 1954. 160p. Handbook, 60.

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.

SHANNON, M. C. **Adaptation of plants to salinity**. Advances in Agronomy, v. 60, n. 1, p. 75-120, 1997.

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.

SOARES, H. R. **Cultivo de couve-flor em Sistema hidropônico NFT utilizando águas salobras**. Recife: UFRPE, 2018. 117p. Tese Doutorado.

SOUZA, R. M. S.; SOUZA, E. S.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J. R. S. Balanço hídrico em área de pastagem no semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 5, p. 449-455, 2015.