

**NITRATO E SOLUTOS INORGÂNICOS (Na⁺ E Cl⁻) EM CEBOLINHA VERDE SOB
CULTIVO HIDROPÔNICO COM ÁGUAS SALOBRAS**

Anna Cecília Ribeiro da Silva¹, Sirleide Maria de Menezes², Gerônimo Ferreira da Silva³, Maria Catiana de Vasconcelos⁴, José Edson Florentino de Moraes⁵, José Amilton dos Santos Júnior⁶

RESUMO: O cultivo hidropônico quando aliado ao uso de águas salobras pode provocar antagonismos iônicos nas plantas, podendo resultar em limitações do crescimento e desenvolvimento vegetal, ocasionadas pelo desequilíbrio nutricional. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da salinidade e de frequências de circulação sobre o acúmulo de nitrato, Na⁺ e Cl⁻ na cultura da cebolinha (cv. Todo ano Evergreen – Nebuka) cultivada em sistema hidropônico de baixo custo. O experimento foi conduzido em sistema hidropônico de baixo custo em ambiente protegido na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em 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 da solução (duas vezes ao dia – às 8 e às 16 horas; e três vezes ao dia – às 8, 12 e 16 horas). A reposição da lâmina evapotranspirada foi realizada usando-se a respectiva água salobra utilizada no preparo de cada um dos níveis de soluções nutritivas avaliados. O aumento dos níveis de salinidade reduziu o acúmulo de nitrato, independentemente da frequência de circulação, e elevou os acúmulos de Na⁺ e Cl⁻ quando aliada a frequência de três circulações diárias. A relações entre Na⁺/NO₃⁻ e Cl⁻/NO₃⁻ aumentaram com o incremento dos níveis de salinidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Allium fistulosum* L., solução nutritiva, salinidade

**NITRATE AND INORGANIC SOLUTES (Na⁺ AND Cl⁻) IN CHIVE UNDER
HYDROPONIC CULTIVATION WITH BRACKISH WATER**

¹ Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE, Recife, PE

² Doutoranda, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

³ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

⁴ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, CEP 52171-900, Recife, PE. E-mail: katianna.vasconcelos22@gmail.com

⁵ Doutor em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

⁶ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

ABSTRACT: Hydroponic cultivation, when combined with the use of brackish water, can cause ionic antagonisms in plants, which may result in limitations to plant growth and development, caused by nutritional imbalance. In this sense, the objective was to evaluate the effect of salinity and circulation frequencies on the accumulation of nitrate and Na^+ and Cl^- in chive (cv. Every year Evergreen – Nebuka) cultivated in a low-cost hydroponic system. The experiment was carried out in a low-cost hydroponic system in a protected environment at the Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE (8° 1' 7" South and 34° 56' 53" West, average altitude of 6.5 m). A completely randomized design was used, in a 6 x 2 factorial scheme, with five replications. The treatments consisted of six levels of salinity of the nutrient solution (1.5; 3.0; 4.5; 6.0; 7.5 and 9.0 dS m^{-1}) and two circulation frequencies (twice a day – at 8 and 4 pm; and three times a day – at 8, 12 and 4 pm). The replacement of the evapotranspired lamina was performed using the respective brackish water used in the preparation of each of the levels of nutrient solutions evaluated. The increase in salinity levels reduced the accumulation of nitrate, regardless of the frequency of circulation, and even the accumulation of Na^+ and Cl^- when combined with the frequency of three daily circulations. The relationship between $\text{Na}^+/\text{NO}_3^-$ and $\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$ increased with the increase in salinity levels.

KEYWORDS: *Allium fistulosum* L., nutriente solution, salinity

INTRODUÇÃO

As técnicas de hidroponia demonstram-se bastante prósperas no semiárido brasileiro, por, historicamente, ser uma região assolada por limitações hídricas (OLIVEIRA FILHO et al., 2020). Arelada a falta de recursos hídricos, o uso de águas salobras em sistemas hidropônicos apresenta vantagens quando comparado com o uso dessas águas em cultivos convencionais, pois quando associado a estratégias de manejo, como a recirculação e o número de frequência de circulação da solução nutritiva, é possível minimizar ainda mais os danos causados pelo excesso de sais e potencializar a produção das culturas (SOARES et al., 2016).

Isso ocorre devido ao fato de a ampliação das frequências de circulação da solução nutritiva minimizar a variação da concentração de sais e proporcionar maior oxigenação à solução nutritiva, mitigando os efeitos negativos da salinidade (SILVA et al., 2016). Entretanto, os custos de implantação, manutenção e operação de sistemas convencionais, além dos insumos como água e fertilizantes, impossibilitam diversos agricultores de desenvolverem cultivos hidropônicos. Devido a esta realidade, pesquisadores desenvolveram sistemas hidropônicos de baixo custo (SANTOS JÚNIOR et al., 2013).

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito da salinidade e de frequências de circulação sobre o acúmulo de nitrato e solutos inorgânicos (Na^+ e Cl^-) na cultura da cebolinha (cv. Todo ano Evergreen – Nebuka) cultivada em sistema hidropônico de baixo custo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em ambiente protegido (casa de vegetação) de dezembro a março de 2018, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Sede, Recife-PE (08° 01' 07" S, 34 ° 56 '53" W e um 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, impermeabilizado com tinta óleo, com dimensões equivalentes a 0,45 m de largura de 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; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5; 9,0 dS m^{-1}) e duas frequências de circulação desta solução (duas vezes ao dia – às 8 e 16 horas; e três vezes ao dia – às 8, 12 e 16 horas), com cinco repetições. Conforme proposto por Richards (1954), foram quantificadas as respectivas quantidades de NaCl a serem solubilizadas, de modo a atingir os níveis de salinidade desejados. Em cada reservatório de solução nutritiva de cada parcela experimental, foi quantificado o volume de água evapotranspirado, por meio de medição direta com régua graduada, conforme a seguinte equação (1):

$$VETC = \frac{(Lf - Li) \times \pi \times D^2}{4 \times n \times \Delta t} \times 10^5 \quad (1)$$

Em que, V ETc – Volume evapotranspirado, mL planta⁻¹ dia⁻¹; Li – leitura inicial do nível de água no depósito, cm; Lf – leitura final do nível de água no depósito de abastecimento, cm; D – diâmetro interno do reservatório de abastecimento, mm; Δt – intervalo de tempo entre as leituras, dias; n – número de plantas no perfil no intervalo de tempo, Δt .

A medição da condutividade elétrica (CE_{sn}) e do pH da solução nutritiva (pH_{sn}) foram realizados diariamente, não sendo ajustadas, de maneira a simular as condições reais de campo. A reposição da lâmina evapotranspirada foi efetuada com a respectiva água salobra utilizada no

preparo da solução nutritiva de cada um dos tratamentos. A preparação da solução nutritiva foi realizada de acordo com recomendações propostas por Furlani et al. (1999).

A cultura escolhida foi a cebolinha (cv. Todo Ano Evergreen – Nebuka). As plantas começaram a receber os tratamentos com água salobra aos 25 DAS. A colheita das plantas foi realizada aos 65 DAS. Por ocasião da colheita das plantas, foi quantificado o acúmulo de nitrato, em que utilizou procedimentos metodológicos do ácido salicílico preconizados por (CATALDO et al., 1975). O acúmulo de Cl^- foi obtido através do método volumétrico de Mohr. Já o acúmulo de Na^+ foi determinado pelo método de fotometria de chamas.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade, homocedasticidade e à análise de variância (ANAVA) pelo teste F ($p < 0,05$), utilizando-se o software estatístico SISVAR. Quando constatados efeitos significativos, os níveis de salinidade da solução nutritiva foram comparados mediante análise de regressão polinomial ($p < 0,05$), já as frequências de circulação da solução nutritiva foram comparadas mediante o teste médias de Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da ANAVA, apresentada na Tabela 1, verificou-se que houve efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre os níveis de CE_{sn} e as frequências de circulação para os acúmulos de Na^+ e Cl^- . No entanto, para o NO_3^- , os fatores apresentaram significância ($p < 0,05$) para os fatores analisados de forma isolada (Figura 1). Os efeitos sobre os acúmulos de NO_3^- , Na^+ e Cl^- podem ser observados nas Figuras 1A, 1B e 1C, respectivamente. Nas figuras 2A e 2B, pode-se verificar as relações $\text{Na}^+/\text{NO}_3^-$ e $\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$, respectivamente.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os acúmulos de sódio (Na^+), cloreto (Cl^-), NO_3^- e das relações entre $\text{Na}^+/\text{NO}_3^-$ e $\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$ na cultura da cebolinha verde, em função dos níveis de salinidade da solução nutritiva (1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 e 9,0 dS m^{-1}) e de frequências de circulação da solução (duas vezes ao dia – às 8 e às 16 horas; e três vezes ao dia – às 8, 12 e 16 horas).

FV	GL	QM		
		Na^+	Cl^-	NO_3^-
CE_{sn} (C)	5	32,816**	2,992**	4,5522**
Frequência (F)	1	14,301**	40,180**	0,6933**
C x F	5	1,432**	0,0507*	0,0278 ^{ns}
Repetição	4	0,2207 ^{ns}	0,0056 ^{ns}	0,1279 ^{ns}
Erro	44	0,0942	0,0177	0,0441
CV	%	4,63	2,19	10,38
FV	GL	Relações		
		$\text{Na}^+/\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$	
CE_{sn} (C)	1	78,807**	34,0407**	
Frequência (F)	5	1,0957 ^{ns}	5,9705**	
C x F	5	0,2385 ^{ns}	0,4401 ^{ns}	
Repetição	3	1,2474 ^{ns}	0,7161 ^{ns}	
Erro	33	0,9805	0,5311	
CV	%	24,28	20,68	

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

O acúmulo de NO_3^- (Figura 1A) foi linearmente decrescente ao aumento dos níveis de salinidade estudados. Portanto, a CEs_n que proporcionou o maior acúmulo de NO_3^- foi a de 1,5 dS m^{-1} (2,92 g kg^{-1}). Já tratando-se do fator “frequências de circulação”, a circulação de três vezes ao dia (2,13 g kg^{-1}) foi superior a circulação de duas vezes ao dia (1,92 g kg^{-1}) em 10,9%. Tarakcioglu & Inal (2007), em estudos realizados em plantas de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva, relataram que a absorção de NO_3^- também foi reduzida com o aumento das concentrações de NaCl

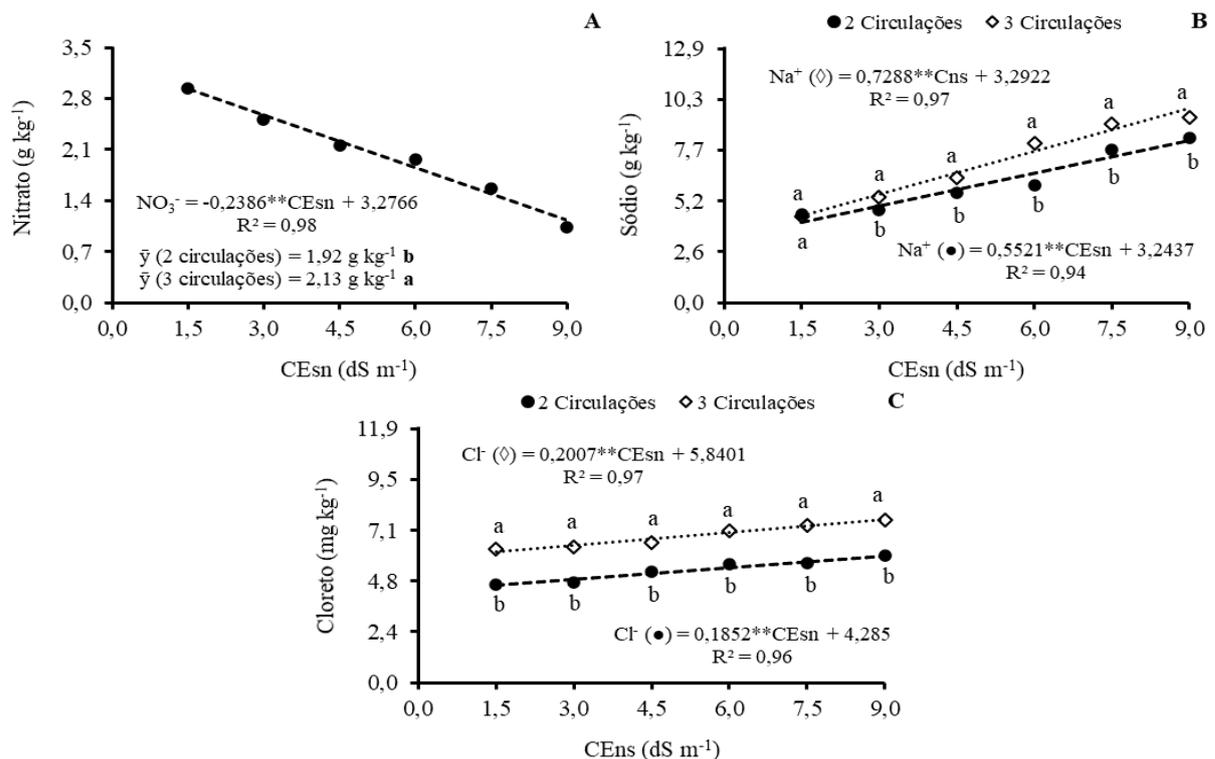


Figura 1. Acúmulo de nitrato (A) em função do efeito isolado dos níveis de salinidade e frequências de circulação da solução nutritiva. Sódio (B) e Cloreto (C) em função da interação entre os fatores na cultura da cebolinha. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as frequências de circulação (duas e três circulações) pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para o Na^+ (Figura 1B), os acúmulos obtidos pela interação entre os fatores estudados expressaram um comportamento linear crescente com o aumento dos níveis de salinidade, onde o maior acúmulo foi obtido em 6,5 dS m^{-1} , com três circulações por dia, sendo equivalente a 9,85 g kg^{-1} . Este valor é 20% superior ao acúmulo encontrado no mesmo nível de salinidade, mas com duas circulações diárias (8,21 dS m^{-1}). Cova et al. (2017), avaliando o acúmulo de íons em alface cultivada em diferentes sistemas hidropônicos e frequências de recirculação, obtiveram que os acúmulos de Na^+ e Cl^- não foram influenciados pela frequência de recirculação da solução nutritiva, discordando dos resultados obtidos no presente estudo.

Em relação ao Cl^- (Figura 1C), a interação dos fatores também apresentou um comportamento linear crescente, sendo que a frequência de três circulações ao dia, aliada a CEs_n correspondente a

6,5 dS m⁻¹, proporcionou o maior acúmulo deste soluto (7,65 g kg⁻¹), sendo 28,4% superior ao maior acúmulo obtido para a frequência de duas circulações diárias, correspondendo ao mesmo nível de salinidade, representando 5,95 g kg⁻¹. O acúmulo excessivo desse ânion, no entanto, ocasiona clorose e necrose das folhas, ocasionando queda de produção (MARSCHNER, 1990).

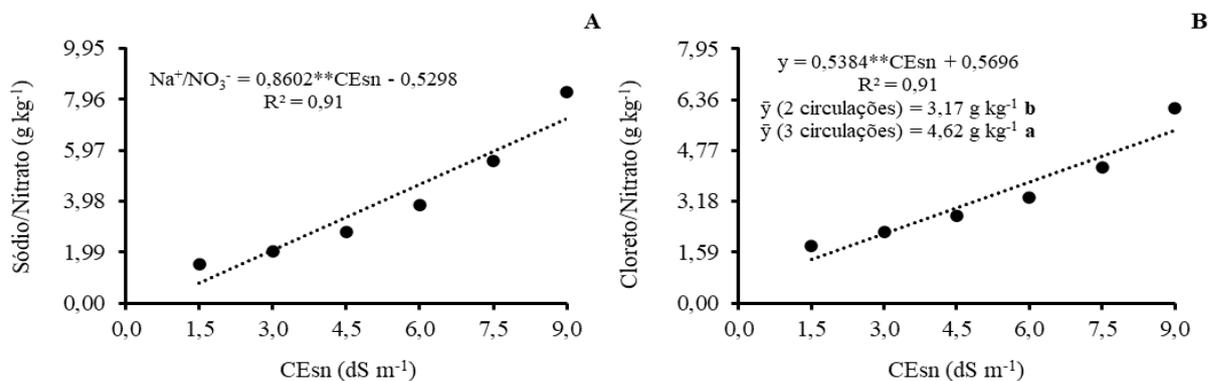


Figura 2. Relações Sódio/Nitrato (A) em função dos níveis de salinidade, e Cloreto/Nitrato (B) em função do efeito isolado dos níveis de salinidade e frequências de circulação da solução nutritiva na cultura da cebolinha. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as frequências de circulação (duas e três circulações) pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

A elevação dos níveis de salinidade proporcionou aumentos lineares nas relações Na⁺/NO₃⁻ (Figura 2A) e Cl⁻/NO₃⁻ (Figura 2B). Na relação Na⁺/NO₃⁻, apenas o fator “níveis de salinidade” apresentou significância. Enquanto para a relação Cl⁻/NO₃⁻, os dois fatores analisados apresentaram efeito significativo, porém de forma isolada. Isto pode ser explicado devido à competição direta entre os íons Cl⁻ e NO₃⁻ pelo mesmo transportador e/ou as alterações na integridade da membrana (ARAGÃO et al., 2010).

CONCLUSÕES

O aumento dos níveis de salinidade reduziu o acúmulo de nitrato, independentemente da frequência de circulação, e elevou os acúmulos de Na⁺ e Cl⁻ quando aliada a frequência de três circulações diárias. As relações entre Na⁺/NO₃⁻ e Cl⁻/NO₃⁻ aumentaram com o incremento dos níveis de salinidade.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 100-106, 2010.

- CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHRADER, L. E.; YOUNG, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 6, n. 1, p. 71-80, 1975.
- COVA, A. M. W.; FREITAS, F. T. O.; VIANA, P. C.; RAFAEL, M. R. S.; AZEVEDO NETO, A. D.; SOARES, T. M. Content of inorganic solutes in lettuce grown with brackish water in different hydroponic systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 150-155, 2017.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 52p. (Boletim Técnico, 180).
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 4ed. London: Academic Press, 1990. 674p.
- OLIVEIRA FILHO, F. de S.; CASSIMIRO, C. A. L.; SOUSA, P. S.; ALENCAR, L. V. C.; FEITOSA, S. S.; SILVA, E. A. Biofertilizantes como solução nutritiva para a produção de alface hidropônica no Alto Sertão Paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 1, p. 111-117, 2020.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S. Department of Agriculture. 1954. 160p.
- 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, M. G.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, I. S.; SILVA FILHO, J. A.; CARMO, F. F. Frequency of recirculation of nutrient solution in hydroponic cultivation of coriander with brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 5, p. 447-454, 2016.
- SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; PAZ, V. P. S.; OLIVEIRA, J. L. B. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2ed. Fortaleza, INCTSal, p. 373-390, 2016.
- TARAKCIOGLU, C.; INAL, A. Changes induced by salinity, demarcating specific ion ratio (Na/Cl) and osmolality in ion and proline accumulation, nitrate reductase activity, and growth performance of lettuce. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, n. 1, 27-41, 2002.