

CONSUMO E EFICIÊNCIA HÍDRICA DO COENTRO SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS PREPARADAS EM DIFERENTES ÁGUAS SALOBRAS

Tarcísio Ferreira de Oliveira¹, Franz Edwin Condor Navarro², Ivis Andrei Campos e Silva³,
Pedro Fagner Araújo Pereira⁴, Ruana Iris Fernandes Cruz⁵, José Amilton Santos Júnior⁶

RESUMO: É imprescindível a busca por meios que proporcionem o aproveitamento eficiente da água salobra disponível, com o intuito de aplicar a oferta de água para a produção agrícola. Em função disso, objetivou-se avaliar o consumo e a eficiência de uso da água de plantas de coentro expostas a soluções nutritivas ($CE_{sn} = 1,6; 3,2; 4,8; 6,4 \text{ dS m}^{-1}$) preparadas em águas salobras salinizadas com diferentes sais (NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4×3 , com quatro blocos. Foi realizado um manejo fechado da solução nutritiva com duas aplicações diárias e reposição do volume evapotranspirado a cada sete dias. Concluiu-se que os efeitos deletérios sobre o consumo e eficiência hídrica das plantas foram mais expressivos quando as plantas foram expostas a soluções com predominância catiônica de CaCl_2 .

PALAVRAS-CHAVE: *Coriandrum sativum* L., salinidade, hidroponia

CONSUMPTION AND WATER EFFICIENCY OF CORIANDER UNDER NUTRITIVE SOLUTIONS PREPARED IN DIFERENT BRACKISH WATERS

ABSTRACT: It is essential to search for means that provide efficient use of available brackish water, in order to apply water supply for agricultural production. As a result, the objective was to evaluate the consumption and water use efficiency of coriander plants exposed to nutritive solutions ($CE_{sn} = 1,6; 3,2; 4,8; 6,4 \text{ dS m}^{-1}$) prepared in brackish waters salinized with different salts (NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). The experimental design was in randomized blocks, analyzed in a 4×3 factorial scheme, with four blocks. A closed handling of the nutritive solution was carried out with two daily applications and replacement

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone (81) 981942362. e-mail: tfedoliveira@gmail.com.

² Mestrando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

³ Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

⁵ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

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

of the evapotranspirated volume every seven days. It was concluded that the harmful effects on the consumption and water efficiency of the plants were more expressive when the plants were exposed to solutions with a cationic predominance of CaCl_2 .

KEYWORDS: *Coriandrum sativum* L., salinity, hydroponics

INTRODUÇÃO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é cultivado e consumido em vários países (GHAMARNIA et al., 2013), sendo notadamente uma cultura de grande importância socioeconômica para a região do semiárido brasileiro.

Nesta região, por vezes, as comunidades difusas dispõem apenas de águas com altas concentrações de sais para o uso agrícola (SILVA et al., 2018), sendo frequentemente encontrados valores que chegam a $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ (NEVES et al., 2009), e predominantemente constituídas por cátions (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) e ânions (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- e SO_4^{2-}) (HOLANDA et al., 2016) específicos.

O aproveitamento dessas águas salobras no preparo de soluções nutritivas implica em alterações no equilíbrio iônico da solução nutritiva, podendo ocasionar reações de precipitação de sais, interações antagônicas entre íons durante a absorção pelas raízes e alterações no pH da solução (SANTOS et al., 2017).

A sensibilidade das hortaliças folhosas quando expostas a concentrações salinas cada vez maiores, pode ser percebida pela redução no consumo hídrico e alterações no padrão de eficiência de uso da água como já verificado para o coentro (SILVA et al., 2018), a salsa (MARTINS et al., 2019), a alface (SOARES et al., 2019), a rúcula (CAMPOS JÚNIOR et al., 2018) entre outras hortaliças folhosas. No entanto, estudos que considerem as respostas hídricas de plantas expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras com diferentes predominâncias iônicas ainda são escassos.

Neste contexto, os cultivos hidropônicos têm sido colocados (SILVA et al., 2018) como alternativa quando se utiliza água salobra, pois, neste sistema, ocorrem alterações nos níveis energéticos que influenciam a absorção de solução pelas plantas, uma vez que o potencial total passa a ser função, praticamente, do componente osmótico, já que o potencial matricial tende a ser zero devido a ausência de solo (SANTOS JÚNIOR et al., 2015b).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o consumo e eficiência de uso da água de plantas de coentro expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras salinizadas com diferentes sais (NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos entre novembro e dezembro de 2019 em casa de vegetação, no Laboratório Experimental de Fertirrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola - Universidade Federal Rural de Pernambuco (8° 1'7" de latitude Sul e 34° 56'53" de longitude Oeste, e altitude de 6,5 m).

Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4x3, com quatro blocos. Estes consistiram na exposição das plantas a quatro soluções nutritivas ($CE_{sn} = 1,6; 3,2; 4,8; 6,4 \text{ dS m}^{-1}$) preparadas em águas salobras obtidas através da solubilização de NaCl, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ em água de abastecimento ($CE_a = 0,12 \text{ dS m}^{-1}$).

Foram utilizados quarenta e oito reservatórios de vinte litros para o preparo das águas salobras e, após a solubilização dos sais, adicionou-se a cada reservatório quantidades equitativas de fertilizantes, a saber: 16,88 g de nitrato de cálcio, 11,25 g de nitrato de potássio, 9,0 g de sulfato de magnésio + micronutrientes e 3,38 g de fosfato monoamônico. Esse incremento de fertilizantes proporcionou uma condutividade elétrica de $1,48 \text{ dS m}^{-1}$, resultando nas condutividades elétricas da solução nutritiva (CE_{sn}) 1,6; 3,2; 4,8; 6,4 dS m^{-1} em todas as naturezas catiônicas predominantes testadas.

O sistema hidropônico utilizado consistiu de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro distribuídos de forma vertical em uma estrutura de madeira que alocou seis tubos de 2 m de cada lado. Nas extremidades, foram acoplados joelhos em que foram adaptadas torneiras que foram conectadas a reservatórios específicos, por tratamento, por meio de mangueiras.

Realizou-se o semeio do coentro (*Coriandrum sativum* L., cv. Verdão) em copos plásticos, sendo 15 sementes por copo, com capacidade para 180 mL perfurados no fundo e lateralmente, utilizando como substrato fibra de coco. Foi realizado um manejo da solução nutritiva em um sistema fechado, com circulação manual e duas aplicações diárias, com reposição do volume evapotranspirado a cada sete dias.

Foram avaliados o consumo hídrico (CH) através do volume diário evapotranspirado por planta; a eficiência de uso da água (EUA) mediante a relação entre a massa fresca da parte aérea e o consumo hídrico; a eficiência intrínseca (A/gS) e a instantânea (A/E) de uso da água obtidas através de um Analisador Portátil de Gás Infravermelho (IRGA), modelo LICOR Li-6400.

Realizou-se a análise de variância pelo teste F e, em caso de significância, a salinidade da solução nutritiva foi submetida à análise de regressão e as diferentes naturezas catiônicas

da água foram comparadas pelo teste de Scott-Knot ao nível de 0,05 de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O CH, a EUA, a A/gs e a A/E foram afetados significativamente ($p < 0,01$) pelo fator CE_{sn} e destas variáveis, a NC só não afetou ($p > 0,05$) a A/E. A interação entre os dois fatores testados influenciou significativamente o CH ($p < 0,01$) e a EUA ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para o CH, EUA, A/gs e A/E de plantas de coentro, cv. Verdão, expostas a soluções nutritivas preparadas em diferentes águas salobras.

FV	GL	Quadrados Médios			
		CH	EUA	A/gs	A/E
CE_{sn}	3	0,0591**	1609,9**	8655,3**	14,7**
R Linear	1	0,1617**	3451,2**	10052,6**	24,7**
R Quadrático	1	0,0006 ^{ns}	1079,4**	15797,8**	19,2**
NC	2	0,0049**	92,2*	1727,3**	0,32 ^{ns}
Bloco	3	0,0004 ^{ns}	74,5*	569,1 ^{ns}	1,27**
$CE_{sn} \times NC$	6	0,0033**	66,7*	299,0 ^{ns}	0,64 ^{ns}
Erro	33	0,0004	22,3	270,8	0,28
CV (%)		3,29	10,97	22,66	17,65

Fonte de variação (FV); Condutividade elétrica da solução nutritiva (CE_{sn}); Natureza catiônica (NC); Coeficiente de variação (CV); Grau de liberdade (GL); não significativo (^{ns}); Significativo a 1% (***) e 5% (*) de probabilidade.

Foi estimado uma redução do CH de 4,53% e 3,14% por unidade de incremento da CE_{sn} nas soluções nutritivas com predominância de NaCl e $MgCl_2$, respectivamente (Figura 1A). Em relação as plantas submetidas a soluções com predominância de $CaCl_2$ constatou-se que o CH foi máximo ($0,72 \text{ L molho}^{-1}$) sob a CE_{sn} estimada em $1,6 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 1A), tendo este sal promovido maiores efeitos deletérios sobre esta variável. Resultados análogos foram encontrados por Silva et al. (2018), os quais também constataram reduções no CH (5,26 e 5,85%) das plantas de coentro com o aumento unitário da CE_{sn} .

A EUA das plantas expostas à solução com predominância de NaCl e $MgCl_2$ apresentaram valores máximos de 54,03 e 55,16 g L^{-1} sob as CE_{sn} estimada em 2,14 e 3,28 dS m^{-1} , respectivamente, ao passo que sob $CaCl_2$ observou-se uma redução de 4,76 g L^{-1} por incremento unitário da CE_{sn} (Figura 1B). Verifica-se ainda que, apenas no nível de salinidade de $4,8 \text{ dS m}^{-1}$ houve diferença significativa das médias observadas, onde as soluções nutritivas com preponderância de $MgCl_2$ promoveram maior efeito sobre a EUA ($46,49 \text{ g L}^{-1}$) das plantas de coentro do que as demais naturezas catiônicas, as quais não diferiram significativamente entre si. Guimarães et al. (2019) relataram redução de 46,2% na EUA de cultivares de alface crespa hidropônica com a CE_{sn} variando de 1,6 a $7,6 \text{ dS m}^{-1}$.

Santos Júnior et al. (2015a), ao avaliarem o CH e a EUA em coentro hidropônico para o espaçamento de 7 cm, verificaram que o CH foi de 1,12 L molho⁻¹ e a EUA de 81,59 g L⁻¹ na produção de massa verde da parte aérea, podendo essa diferença em relação ao resultado verificado neste estudo ser atribuída a densidade de cultivo. O decréscimo na EUA pode ser explicado pela redução na evapotranspiração das plantas submetidas a condições de salinidade, conforme também foi relatado por Silva et al. (2012) no cultivo da rúcula. Isso ocorre em função do efeito osmótico que diminui a disponibilidade de água para as plantas e consequentemente o consumo hídrico.

Em relação a A/g_s (Figura 1C) e a A/E (Figura 1D), verificou-se ajuste a um modelo quadrático de regressão com valores máximos de 97,60 e 3,96 μmol CO₂ mmol⁻¹ H₂O para as CE_{sn} estimadas de 3,43 e 3,19 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 1C), indicando que uma maior quantidade de CO₂ foi absorvida, em detrimento da menor perda de água. A maior A/g_s foi obtida em plantas expostas a soluções nutritivas com predominância catiônica de MgCl₂.

A redução na A/E com o aumento da salinidade também foi verificada por Cavalcante et al. (2019), em experimento com pimentão hidropônico, corroborando com o presente estudo. Esses resultados podem ser explicados em razão da redução do potencial osmótico, que por sua vez dificulta a absorção de água pela planta (FIGUEIREDO et al., 2019), tendo em vista que o investimento de água para produzir uma unidade de matéria seca depende, sobretudo, da disponibilidade hídrica (GARCIA et al., 2009).

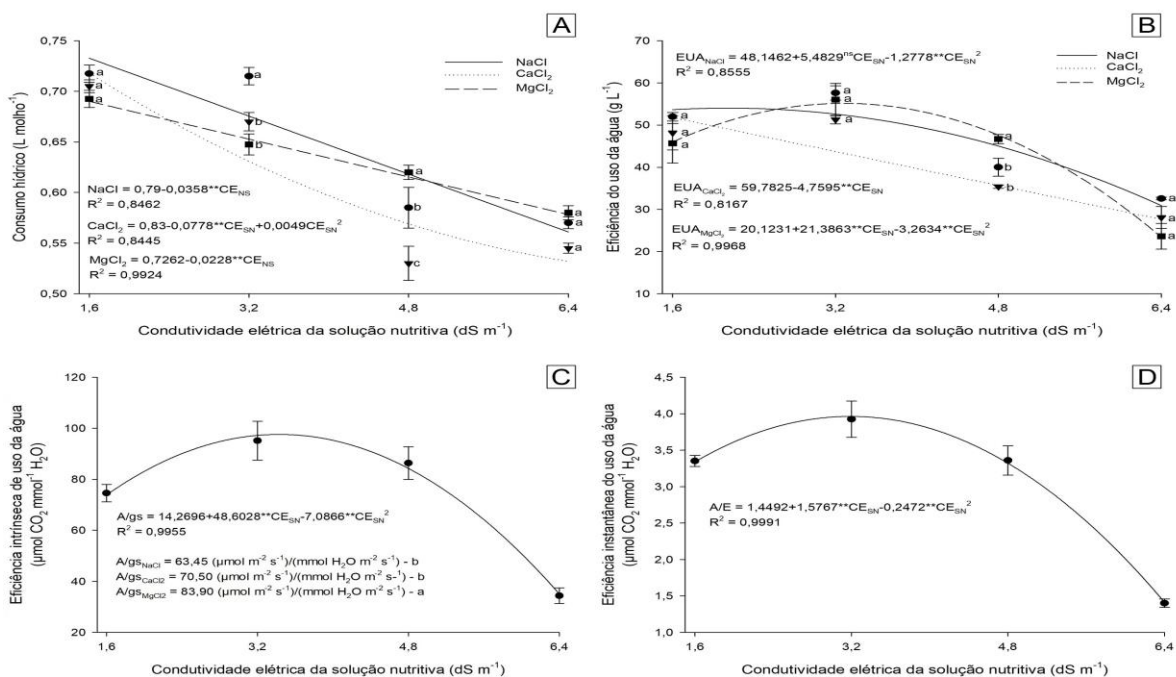


Figura 1. Consumo hídrico (A), eficiência de uso da água (B), eficiência intrínseca (C) e instantânea (D) de uso da água de plantas de coentro, cv. Verdão, expostas a soluções nutritivas preparadas em diferentes águas salobras. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas dos sais pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

Os efeitos deletérios sobre o consumo e eficiência hídrica foram mais expressivos quando as plantas foram expostas a soluções com predominância catiônica de CaCl_2 .

Sob maiores concentrações salinas, a predominância catiônica não afeta o consumo e a eficiência de uso da água.

A maior eficiência intrínseca de uso da água foi obtida em plantas expostas a soluções nutritivas com predominância catiônica de MgCl_2 .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS JÚNIOR, J. E.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; MARTINS, J. B.; SILVA, E. F. F.; ALMEIDA, C. D. G. C. Rocket production in a low cost hydroponic system using brackish water. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 1008-1016, 2018.

CAVALCANTE, A. R.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; FURTADO, G. F.; CHAVES, L. H. Gas exchanges and photochemical efficiency of hydroponic bell pepper under salinity and plant density. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 3-8, 2019.

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

FIGUEIREDO, F. R. A.; LOPES, M. F. Q.; SILVA, R. T.; NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I.; BRUNO, R. L. A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Irriga**, v. 24, n. 3, p. 622-675, 2019.

GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W. B. GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Estresse hídrico e salino na produção relativa e potencial de água na folha do feijoeiro. **Irriga**, v. 14, n. 4, p. 470-480, 2009.

GHAMARNIA, H.; JALILI, Z.; DAICHIN, S. Efeito de diferentes regimes de estresse hídrico em diferentes parâmetros do coentro (*Coriander sativum* L.) em um clima semi-árido. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, v. 4, p. 822-832, 2013.

GUIMARÃES, R. F. B.; JÚNIOR, S. O. M.; NASCIMENTO, R.; MELO, D. F.; RAMOS, J. G.; ANDRADE, J. R. Trocas gasosas em cultivares de alface crespa em cultivo hidropônico com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 4, p. 3599-3609, 2019.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza, INCTSal, 2016. p. 35-47.

MARTINS, J. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA JÚNIOR, F. J.; SILVA, G. F.; MEDEIROS, S. S. Production of parsley in hydroponic conditions under isosmotic brackish nutrient solutions. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, e023418, 2019.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 758-765, 2009.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE A. R.; MEDEIROS, S. S.; DIAS, N. S.; SANTOS, D. B. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 12, p. 1152-1158, 2015a.

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

SANTOS, A. N.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; BEZERRA, R. R.; PEDROSA, E. M. R. Concentração de nutrientes em tomate cereja sob manejos de aplicação da solução nutritiva com água salobra. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 576-585, 2017.

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, p. 114-125, 2012.

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.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, E. F. F.; ROLIM, M. M.; SILVA, G. F. Water and physiological relationships of lettuce cultivated in hydroponics with brackish waters. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 2, p. 216-222, 2019.