

USO DE ÁGUAS SALOBRAS NA PRODUÇÃO DE RÚCULA CULTIVADA EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO¹

RAFAELLY SUZANYE DA SILVA SANTOS^{2*}, NILDO DA SILVA DIAS², SERGIO NASCIMENTO DUARTE³, CARLOS JOSÉ GONÇALVES DE SOUZA LIMA³

RESUMO - As águas salobras podem ser utilizadas na produção agrícola rentável, dependendo da adoção de práticas culturais adequadas, bem como da tolerância da cultura à salinidade. Os sistemas hidropônicos podem viabilizar a utilização de água salobra na produção de hortaliças, pois o estado de saturação a que as plantas estão submetidas possibilita o aumento da tolerância das culturas à salinidade. Este trabalho avaliou o efeito da salinidade da solução nutritiva para rúcula (*Eruca sativa* L.), cv. "Cultivada", cultivada em substrato de fibra de coco sob condições protegidas. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro tipos de águas, adicionadas de NaCl, sendo uma testemunha ($S_1 = 2,0$; $S_2 = 3,5$; $S_3 = 4,5$ e $S_4 = 5,5$ dS m⁻¹), aplicadas em quatro épocas de desenvolvimento (primeira, segunda, terceira e quarta semana após o transplante), com quatro repetições. As características avaliadas foram: diâmetro da copa, peso fresco e seco da parte aérea. Os resultados obtidos evidenciam que o aumento nos níveis de salinidade proporcionou redução na matéria fresca, sendo a primeira e segunda semana de cultivo as épocas mais sensíveis para aplicação de águas salinas, com redução de 9,7% na produção de matéria fresca da parte aérea.

Palavras-chave: *Eruca sativa*. Salinidade. Condutividade elétrica. Irrigação.

USE OF BRACKISH WATER IN THE PRODUCTION OF ROCKET CULTIVATED IN COCONUT FIBER SUBSTRATE

ABSTRACT - The brackish water can be used on profitable agricultural production, depending on the adoption of appropriated crop practices and the crop tolerance to salinity as well. The hydroponic system can contribute when it is used with brackish water on horticulture production, because the great state of saturation that plants is submitted enables the increase of crop tolerance to salinity. This paper evaluated the effect of salinity on nutritive solution of rocket (*Eruca sativa* L.), cv. "Cultivada", cultivated in coconut fiber substrate under protected conditions. The experiment was carried out in randomized blocs design, with four types of water, added with NaCl, one was the control ($S_1 = 2.0$; $S_2 = 3.5$; $S_3 = 4.5$ and $S_4 = 5.5$ dS m⁻¹), applied in four development stages (1st week, 2nd week, 3th week and 4th week after the transplantation) with four repetitions. The evaluated characteristics were the crown diameter, fresh and dry weight of the canopy. The results showed that increasing salinity levels decreased the fresh biomass. The first and second growth week of cultivation times were more sensitive to application of saline water with reduction 9.7% on the fresh biomass.

Keywords: *Eruca sativa*. Salinity. Electrical conductivity. Irrigation.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 13/07/2010; aceito em 06/09/2011.

Parte do trabalho de dissertação do primeiro autor.

²Departamento de Ciências ambientais, UFRSA. Caixa Postal 136, 59625-900, Mossoró – RN. rafa_agronoma@hotmail.com; nildo@ufersa.edu.br;

³ESALQ/LEB, av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba – SP. sduarte@esalq.usp.br; kj.gon@bol.com.br

INTRODUÇÃO

Devido à crescente necessidade de preservação ambiental e de economia de água, muitas pesquisas têm investigado a possibilidade de uso de água salina em sistemas hidropônicos de cultivo para a produção de hortaliças (VAN OS, 1999), pois estes sistemas são os mais indicados para a utilização de águas de qualidade inferior.

Como estes sistemas dispensam o uso do solo, o potencial matricial da água tende a ser zero, possibilitando o uso de água de salinidade mais elevada. Já o uso de substratos de cultivos é uma alternativa para o produtor com baixo nível tecnológico; a fibra de coco é um substrato dificilmente superado por outro tipo de substrato mineral ou orgânico, por apresentar propriedades físicas favoráveis, tais como reação inerte com os nutrientes da adubação, durabilidade das suas características físicas, possibilidade de esterilização, além da abundância da matéria prima, que é renovável e apresenta baixo custo para o produtor (CARRIJO et al., 2002).

Estudos realizados sobre a tolerância de várias espécies à salinidade em sistema hidropônico de cultivo têm demonstrado que, mediante aos manejos adequados da água e das práticas de cultivo, pode-se produzir comercialmente com água salina (CARUSO; VILLARI, 2004; SAVVAS et al., 2007; AL-KARAKI et al., 2009). Neste sentido, em sistemas hidropônicos, espera-se que culturas, sobretudo as de ciclo rápido, proporcionem o uso sustentável de águas salobras.

A rúcula (*Eruca sativa* L.) é uma hortaliça folhosa pertencente à família Brassicaceae, também chamada de mostarda persa, agrião mostarda ou pinhão. Possui folhas de sabor picante que são utilizadas cruas em saladas. Possui ciclo curto (30 a 35 dias) e suas folhas são ricas em vitamina C, potássio, enxofre, ferro, cálcio e vitamina E, além de apresentar propriedades antiinflamatórias e desintoxicantes para o organismo humano (TRANI; PASSOS, 1998).

A qualidade da água é um dos fatores que ocasiona efeito negativo no desenvolvimento das culturas e afeta a produção. A água que tem função importante na constituição dos tecidos vegetais chega até mais de 90% em algumas plantas; dessa forma, visando à utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se utilizar um manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura atinja a produtividade esperada (MEDEIROS et al., 2007).

Levando-se em consideração estes aspectos, e considerando as poucas informações disponíveis sobre o cultivo hidropônico da rúcula e os efeitos da salinidade sobre a mesma, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da salinidade da solução nutritiva, preparada com adição de NaCl, em diferentes estádios de desenvolvimento dessa cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos meses de novembro a dezembro de 2009, em ambiente protegido situado no Departamento de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ-USP, Piracicaba-SP, (22° 42' de latitude sul e 47° 38' de longitude Oeste, a 540 m de altitude).

Foi utilizado substrato de fibra de coco Golden-Mix[®], composto da mistura de 50% de substrato de textura grosseira, mais 50% de substrato de textura granulada, elaborado a partir do mesocarpo do coco, incorporando toda porção fibrosa do mesmo.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados completos, com quatro repetições, em esquema fatorial 4x4 (níveis de salinidade da solução nutritiva x épocas de aplicação). As plantas de rúcula, cv. Cultivada, foram nutridas com solução nutritiva com salinidade de 2,0 (testemunha); 3,5; 4,5; e 5,5 dS m⁻¹, aplicadas em quatro épocas de desenvolvimento (primeira, segunda, terceira e quarta semana após o transplantio).

Todas as parcelas receberam a mesma quantidade de água e nutrientes até a colheita. As soluções nutritivas foram preparadas na mesma época e utilizadas até o final do ciclo, com exceção da solução nutritiva testemunha, que precisou ser feita novamente no meio do ciclo. A solução nutritiva utilizada tanto na produção das mudas quanto no cultivo foi baseada em Furlani (1998), sendo caracterizada pela CE de 2,0 dS m⁻¹ e elaborada a partir de água com baixa salinidade (0,20 dS m⁻¹), de acordo com a Tabela 1.

As sementes foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido com 375 células, com substrato de vermiculita. Na semeadura, colocou-se dez sementes, em média, por célula, a 0,04 m de profundidade, sendo cobertas com uma camada fina do substrato. Após o desbaste foram mantidas seis plântulas por célula.

Os vasos com capacidade de 0,83 dm³, foram preenchidos com 140 g de substrato de fibra de coco. Após o enchimento, fez-se a hidratação da fibra, colocando-se os vasos imersos em água até a saturação e, em seguida, esperou-se a drenagem natural. Na sequência realizou-se o transplantio, com as mudas apresentando 4 a 5 cm de altura e quatro folhas (incluindo os cotilédones) com emissão da quinta.

Os tratamentos foram iniciados três dias após o transplantio, com intuito de amenizar o estresse das plantas e obter melhor adaptação. O desbaste foi realizado cinco dias após o transplantio, sendo eliminada as plântulas em excesso, deixando-se seis mudas por vaso.

A colheita foi realizada 32 dias após o transplantio. Na ocasião foi determinado o diâmetro de copa (DC), tomando duas medições perpendiculares entre si obtidas através da medição com régua graduada, visando verificar uniformidade da copa quanto

Tabela 1. Concentração de nutrientes e quantidades de fertilizantes para o preparo de 1 m³ de solução nutritiva para o cultivo de rúcula (*Eruca sativa* L.) (FURLANI, 1998).

Fertilizante	Qntd. req	NH ₄	NO ₃	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Nitrato de calico	750	7,5	108,75			142,5								
Nitrato de potássio	500		65		182,5									
Fosfato monoamônico	150	16,5		39										
Sulfato de Magnésio	400						40	52						
Sulfato de cobre	0,15									0,02				
Sulfato de zinco	0,3													0,07
Sulfato de Manganês	1,5											0,39		
Ácido Bórico	1,8								0,31					
Molibdato de sódio	0,15												0,06	
Fe-EDTA -13% Fe	16										2,08			
Recomendações		24	173,75	39	182,5	142,5	40	52	0,31	0,02	2,08	0,39	0,06	0,07

* Qntd. req – Quantidade requerida

ao seu desenvolvimento. A média dessas medidas representou o diâmetro médio da copa em cm. As massas de matéria fresca da parte aérea (MF) e de matéria seca da parte aérea (MS) foram obtidas por pesagem em balança digital de precisão (0,01 g). O peso seco foi avaliado após secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir peso constante, sendo os valores expressos em gramas.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância. O fator quantitativo relativo aos níveis de salinidade (CE) foi analisado estatisticamente por meio de regressão polinomial (linear e quadrática), enquanto que o fator qualitativo relativo às épocas (semanas), foi analisado estatisticamente por meio do teste Tukey em 5% de probabilidade; para os fatores que apresentaram interação significativa, realizou-se o desdobramento da interação dentro de cada fator e teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise de variância (Tabela 2) verificaram-se efeitos significativos ($p < 0,01$) na interação salinidade x época para o parâmetro massa da matéria fresca (MF) e efeitos significativos ($p < 0,05$) dos níveis de salinidade para o parâmetro massa da matéria fresca (MF), da interação salinidade x época para diâmetro de copa (DC) e da época de aplicação para os parâmetros diâmetro de copa (DC), massa da matéria seca (MS) e massa da matéria fresca (MF), e ainda, efeito linear dos níveis de salinidade para o parâmetro diâmetro de copa (DC) das plantas de rúcula avaliadas.

O parâmetro diâmetro de copa (DC) apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) para época de aplicação e para a interação salinidade x época (Tabela 3). O aumento da CE da água de irrigação reduziu

Tabela 2. Resumo de análise de variância para diâmetro de copa (DC), massa de matéria fresca (MF) e massa de matéria seca (MS) da parte aérea de plantas de rúcula (*Eruca sativa* L.), cv. Cultivada.

Fator de variação	Variáveis		
	DC	MF	MS
	QM		
- Salinidade	8,89 ^{ns}	35,90*	0,13 ^{ns}
Linear	5,30*	0,91 ^{ns}	0,29 ^{ns}
Quadrático	0,17 ^{ns}	9,09**	0,51 ^{ns}
- Época	20,54*	35,53*	1,46*
Bloco	11,08 ^{ns}	239,50*	0,02 ^{ns}
Sal x Época	13,74*	33,98**	0,80 ^{ns}
C.V. (%)	6,60	3,65	4,30
Média	33,38	78,12	15,85

(**) Significativo em $p < 0,01$; (*) significativo em $p < 0,05$ e (^{ns}) não significativo em $p < 0,05$ de probabilidade.

Tabela 3. Médias dos diâmetros da copa (cm) de rúcula (*Eruca sativa* L.), cv. Cultivada, submetidas aos níveis de salinidade e épocas de aplicação da solução nutritiva.

Salinidade dS m ⁻¹	Épocas de aplicação				
	I	II	III	IV	Média
2,0	32,33 Ba	31,00 Ba	34,83 ABa	39,33 Aa	34,37
3,5	35,33 Aa	32,00 Aa	32,00 Aa	35,50 Aab	33,71
4,5	31,67 Aa	33,33 Aa	35,00 Aa	32,17 Ab	33,04
5,5	32,67 Aa	31,83 Aa	31,33 Aa	33,67 Aab	32,38
Média	33,00	32,04	33,29	35,17	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

linearmente o DC na última época de avaliação das plantas de rúcula, (Tabela 3); esta constatação é mais evidente quando se analisa a perda de rendimento relativo médio por incremento da CE entre os níveis (2,0 e 5,5 dS m⁻¹), sendo observadas reduções de 6,15% por dS m⁻¹; diferindo dos resultados obtidos por Soares (2007), que trabalhando com alface, cv. Verônica, em sistema hidropônico NFT, obteve resultado significativo ($p < 0,01$) apresentando para o diâmetro da parte aérea uma redução linear de apenas 1% por dS m⁻¹ de incremento na solução nutritiva.

Cordão Terceiro Neto et al. (2004), analisando o efeito da concentração salina em plantas de violeta africana (*Saintpaulia ionantha* Wendl), obtiveram reduções significativas quando utilizaram água de 2,0 dS m⁻¹ na irrigação, alternando com água proveniente do abastecimento local (0,45 dS m⁻¹).

Para a variável massa fresca houve efeito significativo da interação salinidade x época; no entanto, as plantas foram expostas por um mesmo tempo à irrigação com água salobra. Aquelas irrigadas com água salina na fase inicial de crescimento (primeira semana) tiveram maior acúmulo de massa fresca nos níveis intermediários do fator salinidade (85,60 e 83,08 g) do que as plantas irrigadas na última fase de cultivo (4ª semana) nos mesmos níveis (Tabela 4).

Assim, fica evidente que a tolerância da rúcula ao efeito salino nas diferentes fases do desenvolvimento é diferente. Resultados similares foram obtidos por Dias et al. (2011) trabalhando com alface cultivares 'Verônica' e 'Baba de Verão' nas condições de Mossoró, aplicando água salina (4,8 dS m⁻¹) em diferentes épocas. Esses autores não obtiveram resultados significativos para o T₁ (água salina aplicada entre 1-7 dias após o transplantio - DAT) comparado com o controle, o T₂ (água salina aplicada entre 21-28 DAT) diferiu do controle mesmo tendo o tempo de exposição igual ao T₁.

Para o parâmetro massa seca não se obteve resposta significativa para a interação dos fatores, obtendo-se uma média geral de 15,85 g planta⁻¹ (Tabela 5). A máxima redução na produção de massa fresca foi de 9,7% na primeira época de avaliação entre os níveis 3,5 e 5,5 dS m⁻¹ do fator salinidade. Reduções maiores foram obtidas por Paulus (2008), trabalhando com cultivares de alface Verônica e Pira Roxa em sistema hidropônico com águas salinas, que obteve decréscimos relativos à testemunha (água não salina) para cada incremento unitário de CEa das variedades cultivadas Verônica e Pira Roxa, respectivamente, de 14,15% e 9,54%. Para fins comerciais, obteve-se perda de matéria fresca de 56,16% quando se utilizou a água mais salina (7,69 dS m⁻¹).

Tabela 4. Médias de massa de matéria fresca (g) (MF) da parte aérea de plantas de rúcula (*Eruca sativa* L.), cv. Cultivada, submetidas aos níveis de salinidade e épocas de aplicação da solução nutritiva.

Salinidade dS m ⁻¹	Épocas de aplicação				
	I	II	III	IV	Média
2,0	76,05 ABb	72,21 Bb	78,53 ABa	78,72 Aa	76,38
3,5	85,60 Aa	81,04 ABa	75,74 Ba	79,61 ABa	80,50
4,5	83,08 Aa	74,65 Bb	79,33 ABa	74,87 Ba	77,98
5,5	75,92 Ab	76,39 Aab	78,29 Aa	79,82 Aa	77,60
Média	80,16	76,08	77,97	78,26	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 5. Médias de massa de matéria seca (g) (MS) da parte aérea de plantas de rúcula (*Eruca sativa* L.), cv. Cultivada, submetidas aos níveis de salinidade e épocas de aplicação da solução nutritiva.

Salinidade dS m ⁻¹	Épocas de aplicação				Média
	I	II	III	IV	
2,0	16,00	16,00	16,00	15,00	15,75 a
3,5	15,33	15,00	15,67	16,00	15,50 a
4,5	15,33	16,00	16,00	16,00	15,83 a
5,5	16,33	17,00	15,67	16,33	16,33 a
Média	15,75 A	16,00 A	15,84 A	15,83 A	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

Soares (2007), em diferentes trabalhos em sistema NFT com alface Verônica, utilizando água doce para o preparo da solução nutritiva e água salina para a reposição do volume consumido, obteve perda de matéria fresca de 19,3% com relação à produtividade comercial.

Segundo Munns (1993), a parte aérea das plantas é mais sensível ao estresse salino do que as raízes devido ao desequilíbrio entre os cátions, em consequência de complexas interações no sistema de transporte.

O acúmulo de massa de matéria seca das plantas aumentou 3,7% em termos percentuais com o incremento da salinidade na água de irrigação, porém não expressando significativa variação para esta variável. Esse resultado difere em parte dos resultados obtidos por Dias et al. (2011) que trabalharam com alface cultivares ‘Verônica’ e ‘Baba de Verão’ nas condições de Mossoró, e aplicando água salina (4,8 dS m⁻¹) em diferentes épocas. A cultivar ‘Verônica’ apresentou resultado significativo (p < 0,05) para a variável massa seca, verificando-se os menores valores quando exposta ao tratamento salino no T₁ (1-7 DAT) e T₄ (1-28 DAT), e não diferindo para variável massa fresca. Já a cultivar ‘Babá de Verão’ apresentou redução significativa (p < 0,05) em todas as variáveis estudadas conforme o tempo de exposição à solução salina foi aumentado.

Silva et al. (2008), analisando o efeito da salinidade média dos substratos na matéria seca da rúcula, verificaram redução com o incremento da salinidade. Para o efeito da salinidade em cada composição dos substratos, pode-se constatar que o segundo nível salino avaliado (2,5 dS m⁻¹) favoreceu o desenvolvimento das plantas; no entanto, a resposta foi negativa a partir deste nível de salinidade.

Dentre as fases do ciclo cultural, a de desenvolvimento inicial é mais tolerante aos efeitos da salinidade e da toxicidade do que a fase final de cultivo, possivelmente devido ao fato do desenvolvimento radicular estar incipiente e da pouca necessidade de absorção de água e nutrientes.

CONCLUSÕES

A matéria fresca da parte aérea e o diâmetro de copa da rúcula reduzem com o incremento da salinidade na solução nutritiva;

Há redução relativa de 9,7% na produção de rúcula (matéria fresca) entre os níveis 3,5 e 5,5 dS m⁻¹ da solução nutritiva quando aplicados na primeira semana de cultivo;

A fase inicial de cultivo é a mais tolerante a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação;

É possível produzir rúcula irrigada com água salina sem reduzir significativamente a produção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD), pelo auxílio financeiro e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Engenharia de Irrigação da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), pelo espaço cedido.

REFERÊNCIAS

- AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of soilless grown bell pepper cultivars to salinity. *Acta Horticulturae*, v. 807, p. 227-232, 2009.
- CARRIJÓ, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
- CARUSO, G.; VILLARI, G. Effect of EC-level and plant shading on the NFT-grown “Friariello Pepper”. *Acta Horticulturae*, v. 659, p. 576-585, 2004.

CORDÃO TERCEIRO NETO, C. P. et al. Efeito da concentração salina da solução nutritiva na aclimação de plantas micropropagadas de violeta africana (*Saintpaulia ionantha wendl*). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, 2004.

DIAS, N. S. et al. Use of reject brine from desalination on different development stages of hydroponic lettuce. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 76-81, 2011.

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas: IAC, 1998. 30 p. (Boletim Técnico, 168).

MUNNS, R. Physiological process limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. **Plant, Cell and Environment**, v. 16, n. 1, p. 15-24, 1993.

PAULUS, D. et al. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 29-35, 2010.

SAVVAS, D. et al. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. **Agricultural Water Management**, v. 91, n. 1, p. 102-111, 2007.

SILVA, J. K. M. et al. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5 p. 30-35, 2008.

SOARES, T. M. et al. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 235-248, 2007.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A. Rúcula (pinhão). In: FAHL, J. I. et al. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1998. p. 241-242. (Boletim, 200).

VAN OS, E. A. Closed soilless growing systems: a sustainable solution for Dutch greenhouse horticulture. **Water Science Technology**, v. 39, n. 1, p. 105-112, 1999.