



## Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos<sup>1</sup>

*Effects of salinity on the development of rocket grown on different substrates hydroponic*

Maria Lilia de Souza Neta<sup>2</sup>, Francisco de Assis de Oliveira<sup>3\*</sup>, Ronimeire Torres da Silva<sup>2</sup>, Antônia Adailha Torres Souza<sup>3</sup>, Mychelle Karla Teixeira de Oliveira<sup>4</sup>, José Francismar de Medeiros<sup>5</sup>

**Resumo** - Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da salinidade na solução nutritiva sobre a produção de rúcula, cultivada em diferentes substratos. O ensaio foi desenvolvido em ambiente protegido do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em Mossoró-RN, e instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, com três repetições. Foram utilizados cinco níveis de salinidade na solução nutritiva, obtidos com ou sem uso de água residuária da piscicultura (S<sub>1</sub>-0,5; S<sub>2</sub>-2,0; S<sub>3</sub>-3,5; S<sub>4</sub>-5,0 e S<sub>5</sub>-6,5 dS m<sup>-1</sup>) e três substratos (SUB1-Mistura de fibra de coco + areia + casca de arroz (1:1:1); SUB2-Cambissolo e SUB3-SUB1 reutilizado de experimento anterior). Realizou-se a colheita da rúcula aos 35 dias após a semeadura e avaliou-se as seguintes variáveis: altura de plantas, número de folhas, área foliar, massa fresca e massa seca. A salinidade da solução nutritiva afetou negativamente o desenvolvimento da rúcula, apresentando efeito variado de acordo com o tipo de substrato utilizado. As plantas cultivadas no substrato formado pela mistura de fibra de coco + areia + casca de arroz natural (1:1:1) apresentaram maior tolerância à salinidade. O substrato formado pela mistura de fibra de coco + areia + casca de arroz pode ser recomendado para o cultivo de rúcula em recipientes, mas não pode ser reutilizado sem tratamento.

**Palavras-chave** - *Eruca sativa*. Estresse Salino. Hidroponia.

**Abstract** - This study evaluated the effects of salinity on the nutrient solution on the production of rocket, grown on different substrates. The test was developed in an environment protected by the Department of Environmental Sciences and Technology, Federal Rural University of the Semi-Arid in Mossoró-RN, housed in a completely randomized design in a factorial 3 x 5 with three replications. Five salinity levels of nutrient solution were used, obtained with or without the fish farming wastewater (S1-0.5, S2-2.0, S3-3.5, S4-5.0 and S5-6.5 dS m<sup>-1</sup>) and three substrates (SUB1-Mix coconut fibre + sand + rice husk (1:1:1), SUB2-Cambisol and SUB3-SUB1 reused in the previous experiment). Harvesting of rocket was performed at 35 days after sowing and evaluated the following variables: plant height, leaf number, leaf area, fresh weight, and dry weight. The salinity of the nutrient solution negatively affected the development of the rocket grown, having effect varying according to the type of substrate used. The plants grown on the substrate formed by the mixture of coconut fibre + sand + rice hulls (1:1:1) showed higher tolerance to salinity. The substrate formed by mixing coir + sand + rice husk can be recommended for growing rocket containers, but cannot be reused without treatment.

**Key words** - *Eruca sativa*. Saline Stress. Hydroponics.

\*Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 21/08/2012 e aprovado em 20/06/2013.

<sup>2</sup>Graduando em Agronomia, Depto. de Ciências Ambientais e Tecnológicas, DCAT/UFERSAC, Mossoró-RN, lilia.agronomia@hotmail.com, ronyapodi@hotmail.com, adailhatorres@hotmail.com

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, DSc. Prof. Depto. de Ciências Ambientais e Tecnológicas, DCAT/UFERSA, Mossoró-RN, thikaoamigao@ufersa.edu.br

<sup>4</sup>Eng. Agrônoma, Doutoranda em Fitotecnia, UFRSA, Mossoró-RN, mkto10@hotmail.com

<sup>5</sup>Eng. Agrônomo. DSc. Pesquisador CNPq, Depto. de Ciências Ambientais e Tecnológicas, DCAT/UFERSAC, Mossoró-RN, jfmedeir@ufersa.edu.br

## Introdução

A rúcula (*Eruca sativa*), também chamada de mostarda persa, pertence à família das Brassicáceas; é uma hortaliça herbácea, anual, apresentando no momento da colheita altura de 15 a 20 cm. Esta cultura vem se destacando entre as hortaliças folhosas pela sua composição, com altos teores de potássio, enxofre, ferro e vitaminas A e C. e pelo sabor picante e odor agradável (FILGUEIRA, 2008). O cultivo desta hortaliça concentra-se principalmente entre médios e pequenos produtores, o que lhe confere importância econômica e social, sendo fator de agregação do homem ao campo.

A maioria dos produtores de hortaliças realiza irrigação com água coletada em reservatórios superficiais, a qual pode apresentar elevada concentração de sais dissolvidos. Na região Nordeste, especificamente no estado do Rio Grande do Norte, a maior parte das águas utilizadas na irrigação contém teores relativamente elevados de sais, sendo freqüentemente encontrados valores que variam de 0,1 a 5,0 dS m<sup>-1</sup> (COSTA *et al.*, 2004).

Para a utilização de águas salinas na agricultura, deve ser feito manejo racional e economicamente viável, de modo que a cultura atinja a produtividade esperada e, boa qualidade dos seus produtos, sem proporcionar riscos mínimos de salinização para os solos (MEDEIROS *et al.*, 2007). A possibilidade do uso dessas águas para irrigação está ligada diretamente com tolerância da cultura à salinidade. Estudos sobre a tolerância de hortaliças folhosas ao estresse salino têm sido desenvolvidos, sendo em sua maioria realizados com a cultura da alface (SOARES *et al.*, 2007; PAULUS *et al.*, 2010; DIAS *et al.*, 2011a, 2011b; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Para a cultura da rúcula, ainda, são poucos os estudos desenvolvidos com estresse salino. Silva *et al.* (2008) avaliaram a resposta da cultura à salinidade da água de irrigação no cultivo em vasos preenchidos com solo. Silva *et al.* (2011) estudaram o efeito do estresse salino utilizando o sistema hidropônico NFT. Santos *et al.* (2012) trabalharam com a cultura da rúcula cultivada em substrato e aplicando-se estresse salino em diferentes fases da cultura. Nestes trabalhos foram observados efeitos depressivos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, no entanto, o efeito foi variável em cada sistema de cultivo estudado, demonstrando assim que mais estudos precisam ser desenvolvidos.

Para Cardoso e Klar (2009), no cultivo em solo, o potencial mátrico tem grande contribuição na diminuição do potencial hídrico, dificultando a absorção de águas pelas plantas. De acordo com Soares *et al.* (2007) a tolerância das plantas à salinidade em sistemas hidropônicos é maior em relação ao sistema convencional, pois a inexistência

do potencial mátrico sobre o potencial hídrico irá reduzir a dificuldade de absorção de água pelas plantas.

Dias *et al.* (2011b) avaliaram o efeito da salinidade na solução nutritiva sobre o desenvolvimento da alface cultivada em fibra de coco e observaram que este efeito sobre as variáveis de crescimento pode ser atribuído ao sistema de cultivo hidropônico com fibra de coco. Segundo Rosa *et al.* (2002), a fibra de coco tem alta capacidade de absorção hídrica, cerca de 85% de umidade, mantendo o substrato em condições ideais de umidade para reduzir os efeitos da salinidade da solução nutritiva.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da salinidade da solução nutritiva sobre a cultura da rúcula cultivada em diferentes substratos.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no período de fevereiro a março de 2012, em um ambiente protegido do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT) da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), localizado em Mossoró, RN (5°11' S, 37°20' W, e 18 m).

Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5, totalizando, quinze tratamentos, com quatro repetições, resultando no total de sessenta unidades experimentais. Os tratamentos resultaram da combinação de três substratos (SUB1- fibra de coco + areia + casca de arroz natural (1:1:1), SUB2- Cambissolo, SUB3- SUB1 reutilizado), com cinco níveis de salinidade da água utilizada no preparo das soluções nutritivas (0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>).

Após a mistura dos componentes para a obtenção do SUB1, retirou-se uma amostra do substrato para ser analisado quanto à capacidade de retenção de água, utilizando-se vasos plásticos, e seguindo a metodologia proposta por Casaroli e Jong Van Lier (2008), os quais definem que a máxima capacidade de retenção de umidade do substrato é referente à umidade que se verifica no fim da drenagem. Após o teste foi constatado que o substrato apresentou capacidade de retenção de água (CRA) de aproximadamente 0,53 g g<sup>-1</sup>. Não realizou-se análise química deste substrato em virtude de seus componentes serem considerados quimicamente inertes.

Retirou-se amostra do Cambissolo (SUB2) para fins de análises físico-químicas, seguindo metodologia da Embrapa (1997), e os resultados são mostrados na Tabela 1.

O substrato SUB3 apresentou a mesma composição do SUB1 [fibra de coco + areia + casca de arroz natural

**Tabela 1** - Características físico-químicas do Cambissolo utilizado no experimento (SUB2)

pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H
(H <sub>2</sub> O)	(%)	(mg dm <sup>-3</sup> )	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )					
7,1	1,70	5,00	0,87	0,79	4,00	1,10	-	2,48
Densidade			Areia		Silte		Argila	
(kg m <sup>-3</sup> )			(g kg <sup>-1</sup> )					
1,30			450		250		300	

(1:1:1)], e foi proveniente de outro experimento realizado utilizando-se águas salinas (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>). Retirou-se cinco amostras desse substrato, separadamente para cada nível de salinidade utilizado, para análise química, seguindo a metodologia proposta por Abreu *et al.* (2007), utilizando o extrato diluído 1:2. Os resultados dessas análises estão na Tabela 2, na qual pode-se observar que houve aumento na condutividade elétrica e dos teores de Ca, Mg, Na e K na solução extraída do substrato.

Os níveis de salinidade utilizados neste experimento foram obtidos pela mistura de água proveniente do sistema de abastecimento do campus (ASA) da UFRSA com água residuária proveniente do setor de piscicultura (ARP), também da UFRSA, sendo os valores de condutividades elétricas ajustadas através de um condutivímetro de bancada.

Foram retiradas três amostras e cada água para a realização de análise físico-química no Laboratório via análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da UFRSA (Tabela 3). De acordo com a classificação de Ayers e

Westcot (1999), a ARP é considerada como de severo grau de restrição para uso na irrigação, pois apresenta RAS entre 20 e 40 (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup> e CE maior que 5,0 dS m<sup>-1</sup>. Pela mesma classificação, a água ASA pode ser utilizada para irrigação, apresentando moderado grau de restrição, pois apresenta RAS menor que 3 (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup> e CE entre 0,2 e 0,7 dS m<sup>-1</sup>.

Para determinação do volume de água de cada fonte para obtenção dos níveis salinos utilizados neste experimento, foi utilizada a equação 1 (LACERDA *et al.*, 2010).

$$CE_{af} = \frac{(CE_{a1} \cdot V_{a1})}{(V_{a1+a2})} + \frac{(CE_{a2} \cdot V_{a2})}{(V_{a1+a2})} \quad (1)$$

onde:

CE<sub>af</sub> – CE final da mistura, dS m<sup>-1</sup>

CE<sub>a1</sub> – CE da água de menor salinidade, dS m<sup>-1</sup>

CE<sub>a2</sub> – CE da água de maior salinidade, dS m<sup>-1</sup>

**Tabela 2** - Características químicas do substrato SUB3 utilizado no experimento

CEa	CE <sub>SUB3</sub>	pH	Ca	Mg	Na	K
dSm <sup>-1</sup>			mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>			
0,5	1,4	7,3	32,3	11,4	158	117,7
1,5	1,5	7,6	29,1	13,9	209	163,5
2,5	1,8	7,5	36,5	13,1	232	198,5
3,5	1,9	7,3	40,1	12,8	287,2	222,9
4,5	2,8	7,4	33,1	16,9	439,3	358,1

**Tabela 3** - Características físico-químicas das águas utilizadas no preparo das soluções nutritivas

Águas	pH	CE	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RAS
Fonte		(dS m <sup>-1</sup> )	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>							
ARP*	8,41	32,93	820,86	227,42	45,30	74,35	73,00	1,00	2,00	29,4
ASA	8,02	0,50	2,00	0,90	2,87	0,41	4,0	0,20	1,80	2,32

\* ARP-Água residuária da piscicultura; ASA-Água do sistema de abastecimento do Campus da UFRSA

$V_{a1}$  - Volume da água de menor salinidade

$V_{a2}$  - Volume da água de maior salinidade

$V_{a1+a2}$  - Volume final da mistura

$V_{a1}/V_{a1+a2}$  - representa a proporção da água de menor salinidade ( $P_{a1}$ )

$V_{a2}/V_{a1+a2}$  - representa a proporção da água de maior salinidade ( $P_{a2}$ )

No preparo das soluções não foram considerados os teores de nutrientes presentes na ARP. A composição da solução nutritiva, pós transplante, continha as seguintes doses de fertilizantes, em mg L<sup>-1</sup>: 750 de nitrato de cálcio; 500 de nitrato de potássio; 150 de fosfato monoamônio; 400 de sulfato de magnésio; 0,15 de sulfato de cobre; 0,50 de sulfato de zinco; 1,50 de sulfato de manganês; 1,50 de ácido bórico; 0,15 de molibdato de sódio e 60 de FeEDDHA-6% (FURLANI *et al.*, 1999). Para o ajuste do pH da solução, entre 6,0 a 6,5, aplicaram-se soluções de 0,1 mol L<sup>-1</sup> de KOH ou HCl.

Para o desenvolvimento dos experimentos foi construída uma estrutura formada por 10 calhas de PVC, com as dimensões de 3,0 x 0,10 x 0,10 m, montadas sobre cavaletes de madeira, com altura de 0,65 m. As calhas foram espaçadas em 0,10 m e foram divididas em três seções de 1,0 m, no qual foi acomodado cada substrato. Cada seção foi subdividida em duas subseções de 0,5 m, representando a unidade experimental. Em cada parcela experimental, foram abertas oito covas, nas quais foram semeadas dez sementes de rúcula cv. Cultivada, e cinco dias após a emergência realizou-se o desbaste deixando-se quatro plantas por cova.

No período compreendido entre a semeadura e o desbaste, a irrigação foi realizada utilizando-se apenas água de menor salinidade, e, após o desbaste, as irrigações foram realizadas utilizando as soluções nutritivas, de acordo com cada tratamento. A frequência das irrigações foi de uma por dia, de modo que atendessem a necessidade da cultura. Em cada irrigação, foi aplicado um volume de água suficiente para elevar o substrato a próximo da capacidade de campo, sendo finalizada quando foi observado o primeiro sinal de drenagem.

A colheita foi realizada 35 dias após a semeadura, selecionando-se 20 plantas de cada parcela para a realização das análises de produção: número de folhas (NF), determinado pela contagem das folhas verdes maiores do que 3,0 cm de comprimento, desprezando-se as amareladas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; matéria fresca da parte aérea (MFPA), estimada por pesagem em balança digital de precisão; matéria seca da parte aérea (MSPA), determinada

pelo peso da matéria fresca após secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir peso constante, e expresso em gramas; e área foliar (AF), utilizando-se o integrador de área foliar modelo LI-3100 da Licor.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05. Os resultados obtidos em função dos níveis de salinidade foram submetidos à análise de regressão. As análises foram realizadas utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

## Resultados e discussão

A partir da análise de variância, verificou-se efeito significativo da interação entre os fatores salinidade e substratos sobre todas as variáveis estudadas, sendo observada significância ao nível de 5% para altura (ALT), número de folhas (NF) e massa fresca total (MFT), enquanto que, para área foliar (AF) e massa seca total (MST), a significância foi ao nível de 1% de probabilidade, demonstrando assim que a resposta da cultura à salinidade é variável de acordo com o meio de cultivo (Tabela 4).

Houve diferença significativa entre os substratos para todas as variáveis analisadas, nas quais se observam os menores valores nas plantas cultivadas no substrato SUB3, não ocorrendo diferença significativa entre SUB1 e SUB2 em nenhuma das variáveis. Comparando os valores médios obtidos nos substratos SUB1 e SUB2 com os encontrados no SUB3, foram observadas diferenças mais expressivas entre os substratos para área foliar e massa fresca total, equivalentes a 40,8 e 44,7%, respectivamente (Tabela 4). Tais resultados ocorreram devido ao acúmulo de sais no SUB3, decorrentes do uso anterior, e demonstram a necessidade de se fazer tratamento prévio antes da sua reutilização.

Avaliando-se o efeito da salinidade na solução nutritiva sobre o desenvolvimento das plantas para cada substrato, não foi observada resposta significativa para altura das plantas no substrato SUB1, obtendo-se altura média de 19,4 cm. No entanto, houve efeito da salinidade sobre a altura das plantas cultivadas nos substratos SUB2 e SUB3. Para o SUB3, verificou-se comportamento quadrático, apresentando inicialmente aumento com o incremento da salinidade até o nível 3,3 dS m<sup>-1</sup> (16,5 cm), decrescendo a partir deste, de forma que, na salinidade 6,5 dS m<sup>-1</sup>, obteve-se altura média de 11,5 cm. Já com relação ao SUB2, os dados apresentaram melhor ajuste ao modelo linear, apresentando redução de aproximadamente 0,686 cm em consequência do aumento unitário da condutividade elétrica da solução nutritiva, de forma que na maior salinidade foi observada altura média de 16,2

**Tabela 4** - Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias (Tukey) para altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) da rúcula cultivada em diferentes substratos e fertirrigadas com soluções nutritivas de diferentes níveis de salinidade

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		ALT	NF	AF	MFT	MST
Salinidade (S)	4	23,6**	515,9**	425944,3**	1012,4**	14,9**
Substrato (SUB)	2	156,6**	636,3**	1030254,1**	3688,2**	18,8**
S x SUB	8	8,1*	108,6*	50004,3**	96,2*	3,6**
Resíduo	45	3,2	44,9	11251,3	40,1	0,6
CV (%)		10,3	8,6	13,6	15,1	16,6
Substratos		Valores médios				
SUB1		19,41 a	82,40 a	982,17 a	54,01 a	5,01 a
SUB2		18,32 a	79,65 a	823,82 a	44,33 ab	5,21 a
SUB3		14,11 b	71,55 b	534,58 b	27,19 b	3,44 b

\*, \*\*-Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste T. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

cm, correspondendo a uma redução total de 20,6% em comparação com as plantas irrigadas com solução nutritiva de menor salinidade (0,5 dS m<sup>-1</sup>), na qual obteve-se altura média de 20,4 cm (Figura 1A).

Resultados semelhantes foram obtidos por Jesus (2011), que, trabalhando com duas cultivares de rúcula (Cultivada e Folha Larga), observou decréscimo unitário variando de 0,65 a 0,75 cm. Silva *et al.* (2011) também verificaram redução linear na altura de plantas de rúcula em resposta ao aumento da salinidade.

De acordo com Minami e Tessarioli Neto (1998), para o comércio, as folhas de rúcula devem estar com 15 a 20 cm de comprimento, bem desenvolvidas, verdes e frescas. Trani *et al.* (1994) consideraram como padrão comercial a altura de plantas variando de 18 a 22 cm. Desta forma, pode-se constatar que as plantas obtidas neste trabalho apresentaram desenvolvimento comercial, principalmente nos substratos SUB2 e SUB3.

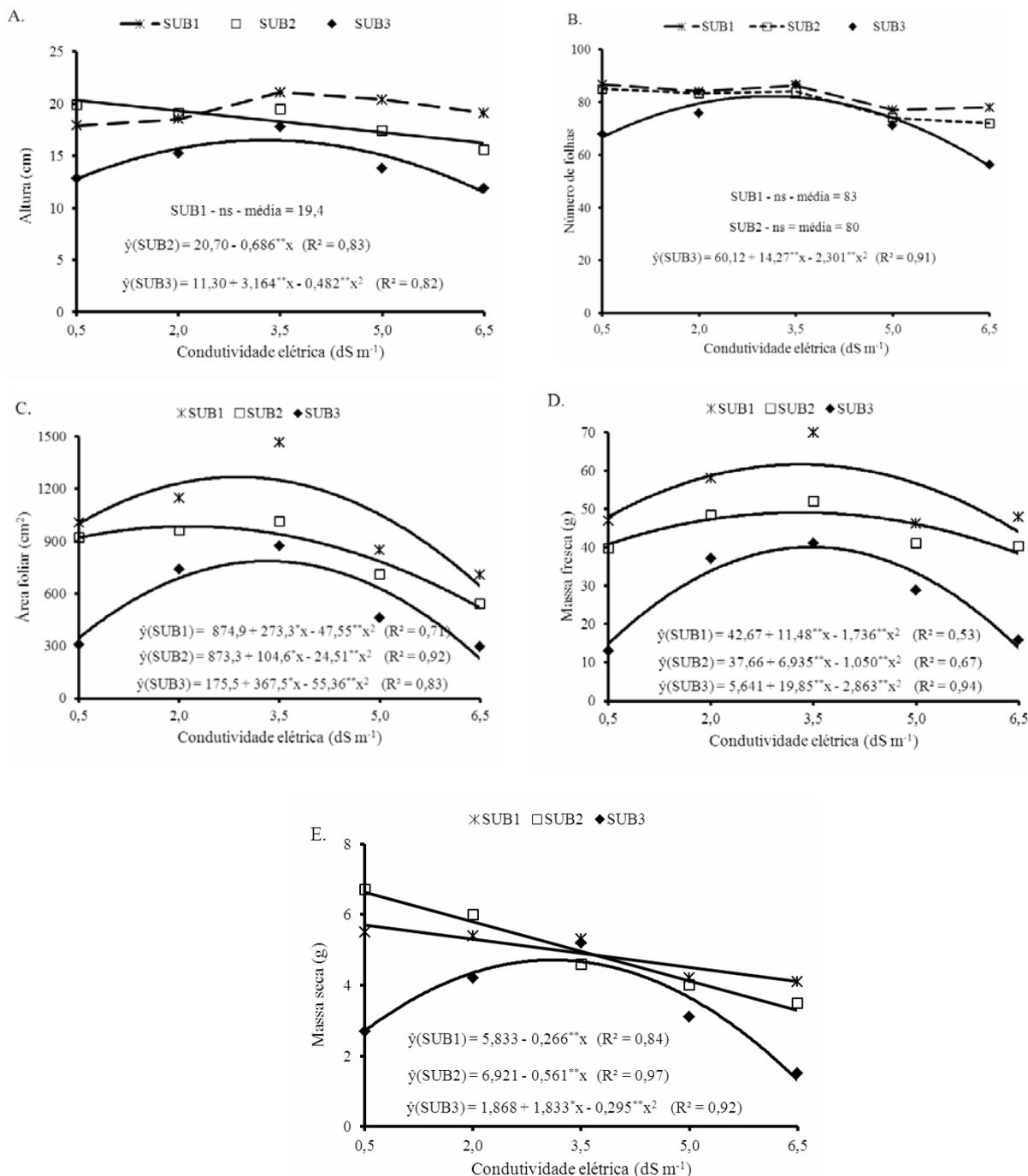
O número de folhas foi afetado significativamente pelo aumento da salinidade na solução nutritiva apenas nas plantas cultivadas no substrato reutilizado (SUB3), apresentando, inicialmente, maior valor em 3,1 dS m<sup>-1</sup> (82 folhas), e decrescendo em seguida, de forma que os dados foram ajustados ao modelo quadrático. Comparando-se os valores obtidos na salinidade de 6,5 dS m<sup>-1</sup> (76 folhas), com as plantas irrigadas com solução nutritiva de salinidade 0,5 dS m<sup>-1</sup> (76 folhas), verificou-se redução média de 26,3%. Para os substratos SUB1 e SUB2 não foi observado efeito significativo da salinidade sobre o número de folhas, sendo obtidos os valores médios de 80 e 83 folhas, respectivamente (Figura 1B).

Na literatura são encontrados resultados divergentes quanto ao efeito da salinidade sobre a emissão foliar na cultura da rúcula. Silva (2009) e Silva *et al.* (2011), trabalhando com a rúcula em sistema hidropônico NFT, não observaram efeito da salinidade sobre o número de folhas, no entanto, Silva *et al.* (2008) trabalhando com o cultivo em solo, e com diferentes fontes de adubação orgânica, verificaram que o aumento da salinidade provocou redução na emissão foliar da rúcula.

A divergência entre estes trabalhos podem ser atribuídas às diferenças entre as condições de cultivo. Para as condições do estudo ficou demonstrado que os substratos interferem na salinidade da solução, sendo SUB1 e SUB2 os que proporcionaram melhores condições de desenvolvimento para a rúcula.

Para a área foliar, verificou-se comportamento quadrático para os três substratos, com os maiores valores ocorrendo nas salinidades de 2,1 dS m<sup>-1</sup> para SUB1, 2,8 dS m<sup>-1</sup> para SUB2 e 3,3 dS m<sup>-1</sup> para o SUB3, nos quais foram observadas área foliar máxima de 1.268,5 cm<sup>2</sup> (SUB1), 948,9 cm<sup>2</sup> (SUB2) e 785,4 cm<sup>2</sup> (SUB3). A partir desses níveis de salinidade, verificou-se decréscimo significativo na área foliar, sendo observados, no maior nível salino, reduções médias de 71, 47 e 49%, para SUB1, SUB2 e SUB3, respectivamente (Figura 1C).

Ainda na Figura 1C, pode-se observar que o substrato SUB3 apresentou os menores valores, principalmente nas menores e maiores salinidades, e que esse substrato proporcionou o maior desenvolvimento foliar. Este comportamento pode ser atribuído, em parte, a maior salinidade inicial do SUB3, e a melhor condição



**Figura 1** - Altura de plantas (A), número de folhas (B), área foliar (C), massa fresca (D) e massa seca (E) da rúcula cultivada em substratos e sob diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva. (\*, \*\*, ns – Significativos a 5, 1% e não significativo em nível de significância de 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste T)

para desenvolvimento do sistema radicular do SUB1.

A área foliar tem sua importância por ser uma variável de crescimento indicativa da produtividade, visto que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha

(TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para alguns autores, a redução da área foliar é importante mecanismo adaptativo de plantas cultivadas em condições de excesso de sais e estresse hídrico, visto que, sob tais condições, é interessante a redução na transpiração e, conseqüentemente, diminuição do

carregamento de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no xilema e concomitante conservação de água nos tecidos das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Desta forma, a inibição na expansão do limbo foliar é uma das características mais comuns em plantas submetidas ao estresse, e já tem sido observada na cultura da rúcula (SILVA *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2012), e em outras hortaliças folhosas, como alface (DIAS *et al.*, 2011a, b; OLIVEIRA *et al.*, 2011), agrião e couve chinesa (DANTAS, 2012).

Para massa fresca foram observadas respostas significativas e semelhantes para os três substratos, com os dados apresentando melhor ajuste a equações quadráticas. A partir das equações ajustadas, verificaram-se os maiores valores de massa fresca no nível de salinidade de 3,3 dS  $\text{m}^{-1}$ , para SUB1 e SUB2, obtendo-se com massa fresca de 61,6 e 49,1 g, respectivamente. Para SUB3, os maiores valores ocorreram nas plantas fertirrigadas com solução nutritiva de condutividade elétrica de 3,5 dS  $\text{m}^{-1}$  (40,0 g). A partir deste nível, verificou-se decréscimo no acúmulo de massa fresca com o aumento da salinidade da solução nutritiva, sendo estimada, para o maior nível de salinidade (6,5 dS  $\text{m}^{-1}$ ), os valores de 43,9 g para SUB1, 38,8 g para SUB2 e 13,7 g para SUB3, correspondente a reduções de 22, 29 e 66, %, para SUB1, SUB2 e SUB3, respectivamente, demonstrando assim que o aumento da salinidade foi mais prejudicial ao desenvolvimento das plantas no substrato reutilizado (Figura 1D).

Silva *et al.* (2011) também observaram decréscimo no acúmulo de massa fresca em resposta ao aumento da salinidade, no entanto, esses autores observaram resposta linear. Resultados similares ao do presente experimento foram observados por Santos *et al.* (2012), que, trabalhando com a cultura da rúcula cultivada em fibra de coco, observaram comportamento quadrático, com maiores valores ocorrendo na salinidade de 3,5 dS  $\text{m}^{-1}$ .

Com relação ao acúmulo de massa seca, verificou-se resposta significativa ao aumento da salinidade, no entanto, a resposta foi variada em função do substrato utilizado. Para os substratos SUB1 e SUB2 verificaram-se respostas linear e decrescente, com reduções de aproximadamente 8,4 e 4,7% por aumento unitário da condutividade elétrica na solução nutritiva, e redução total de 50,7 e 28%, para SUB1 e SUB2, respectivamente (Figura 1D). Para o substrato SUB3, inicialmente foi observada resposta positiva até a salinidade de 3,1 dS  $\text{m}^{-1}$ , na qual obteve-se maior valor de massa seca (4,7 g). A partir deste nível houve resposta negativa, de forma que na maior salinidade obteve-se menor acúmulo de massa seca (1,3 g), correspondente ao decréscimo de 72%.

Resultados semelhantes foram observados por outros autores (SILVA *et al.* 2008; SILVA *et al.*, 2006; SILVA, 2009; SILVA *et al.*, 2011), os quais também

verificaram redução significativa no acúmulo de massa seca em consequência do aumento da salinidade. Redução significativa na massa seca em resposta à salinidade também têm sido observada para outras hortaliças folhosas, como a alface (SOARES *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2010; DIAS *et al.*, 2011a, 2011b; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Esses resultados negativos podem ser atribuídos ao aumento da concentração de sais no substrato, que atuam negativamente no processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática, o alongamento celular e, em consequência, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

## Conclusões

O efeito da salinidade sobre a rúcula depende do tipo de substrato utilizado;

Plantas cultivadas em substrato formado pela mistura de fibra de coco + areia + casca de arroz natural (1:1:1) apresentam maior tolerância à salinidade;

O substrato formado pela mistura de fibra de coco + areia + casca de arroz pode ser recomendada para o cultivo de rúcula em recipientes, mas não pode ser reutilizado sem tratamento.

## Literatura científica citada

- ABREU, M. F.; SANTOS, P. H.; FURLANI, P. R.; ABREU, C. A. Extração de substratos para obtenção da concentração de micronutrientes disponíveis para a rúcula. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p.411-417, 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p.
- CARDOSO, G. G. G.; KLAR, A. E. Potenciais de água no solo na produção de alface. **Irriga**, v.14, n.2, p.170-179, 2009.
- CASAROLI, D.; JONG VAN LIER, Q. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.59-66, 2008.
- COSTA, D. M. A.; HOLANDA, J. S.; FILHO, O. A. Caracterização de solos quanto a afetação por sais na Bacia do Rio Cabugi –Afonso Bezerra, RN. **Revista Holos**, v.20, p.112-125, 2004.
- DANTAS, R. M. L. **Hidroponia utilizando águas salobras nos cultivos de agrião e couve chinesa**. 2012, 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

- DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUSA NETO, O. N.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. **Revista Ceres**, v.58, n.5, p.632-637, 2011a.
- DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; COSME, C. R.; JALES, A. G. O.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.10, p.991-995, 2011b.
- EMBRAPA - **Manual de métodos de análise de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p. (Boletim Técnico, 180).
- JESUS, C. G. **Estresse salino em rúcula (*Eruca sativa* Mill.) hidropônica: aspectos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. 73p. Dissertação Mestrado.
- LACERDA, C. F.; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básico e aplicados**. Fortaleza. INCT. 2010. Cap. 17. p. 303-317.
- MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.248-255, 2007.
- MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. **A cultura da rúcula**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998. 19 p.
- OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; MEDEIROS, J. F.; MARACAJÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.771-777, 2011.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA NETA, M. L.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; SILVA, O. M. P.; GUIMARÃES, I. P. Desempenho de cultivares de rúcula submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Pombal, v.8, n.3, p. 67-73, 2012.
- PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.29-35, 2010.
- ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza, Embrapa-CNPAT, 2002. 6p. (Comunicado Técnico, 54).
- SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.961-969, 2010.
- SANTOS, R. S. S.; DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, v.25, n.1, p.113-118, 2012.
- SILVA, A. O.; SILVA, D. J. R.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido -PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.147-155, 2011.
- SILVA, E. F. F.; ALMEIDA, G. C. F.; SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; FOLEGATTI, M. V. Tolerância da cultura da rúcula à salinidade. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 25, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006. CD Rom.
- SILVA, F. V. **Cultivo hidropônico da rúcula (*Eruca sativa* Mill) utilizando águas salinas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, 2009. 70p. Tese Doutorado.
- SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. S.; MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p.30-35, 2008.
- SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MÉLO, R. F.; JORGE, C. A.; SILVA, E. M. B. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, v.12, n.2, p.235-248, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.
- TRANI, P. E.; GRANJA, N. P.; BASSO, L. C.; DIAS, D. C. F. S.; Minami, K. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.12, n.1, p.25-29, 1994.