



Desempenho de cultivares de rúcula sob soluções nutritivas com diferentes salinidades¹

Performance of rocket cultivars under different nutritive solutions with salinity different

Francisco de Assis de Oliveira², Maria Lilia de Souza Neta³, Ronimeire Torres da Silva³,
Antônia Adailha Torres Souza³, Mychelle Karla Teixeira de Oliveira⁴, José Francismar de Medeiros⁵

Resumo - O uso de água salina na produção de hortaliças é um dos principais desafios de pesquisadores e produtores rurais. O cultivo em substrato inerte pode ser uma alternativa, uma vez que o reduzido potencial matricial pode reduzir o efeito da salinidade sobre as plantas. O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, e objetivou-se avaliar o desempenho de duas cultivares de rúcula cultivadas em substrato e fertirrigadas com soluções nutritivas de diferentes salinidades. Foram avaliados dez tratamentos em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas cultivares (C₁-Cultivada e C₂-Folha Larga) e cinco níveis de salinidade das soluções nutritivas (S₁-1,2; S₂-2,2; S₃-3,2; S₄-4,2 e S₅-5,2 dS m⁻¹), utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Realizou-se a colheita aos 30 dias após a semeadura e avaliaram-se as seguintes variáveis: número de folhas, altura, área foliar, massa fresca total e massa seca total. A salinidade da solução nutritiva afeta negativamente o desenvolvimento das rúculas cultivadas em substrato, no entanto, o cultivo de rúcula em substrato pode ser realizado utilizando solução nutritiva de condutividade elétrica até 2,36 dS m⁻¹, sem perda na produção de massa fresca. A cultivar Folha Larga produziu mais massa fresca e seca total em relação a cultivar Cultivada, porém a cultivar Cultivada apresenta maior tolerância à salinidade que a cultivar Folha Larga.

Palavras-chave - Cultivo protegido. *Eruca sativa*. Estresse salino.

Abstract - The use of saline water for vegetable production is a major challenge for researchers and farmers. Cultivation in inert substrate can be an alternative, since the low matric potential can reduce the effect of salinity on plants. This study was conducted in a greenhouse at the Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, in order to evaluate the performance of two cultivars of rocket grown in substrate and fertilized with nutrient solutions of different salinities. Ten treatments were evaluated in a factorial 2 x 5, two cultivars (C₁-Cultivada e C₂-Folha Larga) and five salinity levels of the nutrient solutions (S₁-1.2; S₂-2.2; S₃-3.2; S₄-4.2 and S₅-5.2 dS m⁻¹), using a randomized design. Harvesting was performed at 30 days after sowing and evaluated the following variables: number of leaves, height, leaf area, total fresh and total dry mass. The salinity of the nutrient solution adversely affected the development of rocket, grown on a substrate, however, cultivation rocket substrate may be performed using electrical conductivity of the nutritive solution to 2.36 dS m⁻¹ without loss in yield fresh pasta. The Folha Larga cultivar produced more total fresh and dry weight in relation to cultivar Cultivada, but to cultivar Cultivada has increased tolerance to salinity than cultivar Folha Larga.

Key words - Greenhouse. *Eruca sativa*. Saline stress.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 17/08/2012 aprovado em 25/04/2013

²Eng. Agrônomo, DSc. Prof. Depto. de Ciências Ambientais e Tecnológicas, DCAT/UFERSA, Mossoró-RN, thikaoamigao@ufersa.edu.br

³Graduando em Agronomia, Depto. de Ciências Ambientais e Tecnológicas, DCAT/UFERSA, Mossoró-RN, lilia.agronomia@hotmail.com, ronyapodi@hotmail.com, adailhatorres@hotmail.com

⁴Eng. Agrônoma, Doutoranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró-RN, mkto10@hotmail.com

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

Introdução

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça folhosa que vem ganhando espaço na preferência dos consumidores do Brasil, em virtude, principalmente, de apresentar características organolépticas e rico conteúdo nutricional (K, S, Fe, proteínas, vitaminas A e C) (AMORIM *et al.*, 2007). Embora sendo uma planta mais adaptada a condições de clima temperado, tem sido semeada ao longo do ano, em numerosas regiões brasileiras (FILGUEIRA, 2008). Para os olericultores, a rúcula também apresenta características importantes em nível econômico, como ciclo curto, alta produção por área e ampla aceitabilidade pelo mercado consumidor (AMORIM *et al.*, 2007).

Atualmente o cultivo de hortaliças em ambiente protegido têm se expandido praticamente em todas as regiões do Brasil, devido, principalmente, a possibilidade de controle das condições adversas de cultivo, que favorece o desenvolvimento das plantas, permitindo a produção de olerícolas de melhor qualidade (HELBEL JÚNIOR *et al.*, 2007).

Na região Oeste do Rio Grande do Norte, parte da água utilizada para irrigação é proveniente de poços artesianos profundos, que apesar da boa qualidade, apresenta alto custo de obtenção, que, às vezes, inviabiliza seu uso na agricultura. Entretanto, há também poços abertos no calcário Jandaíra que mesmo apresentando custo de obtenção mais baixo, possui água com níveis de salinidade elevada.

A qualidade da água utilizada no preparo da solução nutritiva é fator fundamental para se obter elevada produtividade e qualidade dos produtos, seja no cultivo utilizando o sistema NFT (GONDIM *et al.*, 2010; PAULUS *et al.*, 2010) ou o cultivo em substrato (DIAS *et al.*, 2011a, 2011b; SANTOS *et al.*, 2010; 2012; SILVA *et al.*, 2011).

Recentemente várias pesquisas têm demonstrado o potencial de uso de águas salobras na produção de hortaliças em cultivo hidropônico (DIAS *et al.*, 2011a, 2011b; SANTOS *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2011), no entanto, para se obter êxito na produção de hortaliças utilizando essas águas, é necessário a adequação de manejo da irrigação e da escolha de culturas tolerantes.

A tolerância à salinidade é variável entre espécies e, mesmo em uma espécie, entre estádios de desenvolvimento, em cada fase a tolerância à salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (FLOWERS; FLOWERS, 2005; MUNNS, 2005); além disso, os efeitos da salinidade dependem, ainda, de outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipo de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições

edafoclimáticas (TESTER; DAVÉNPORT, 2003; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Vários autores já observaram a variabilidade genética das plantas quanto a tolerância à salinidade, a exemplo, trabalhos desenvolvidos com as culturas da alface (OLIVEIRA *et al.*, 2011; DIAS *et al.*, 2011b), feijoeiro (SANTOS *et al.*, 2009; PRAXEDES *et al.*, 2009), meloeiro (MEDEIROS *et al.*, 2008).

Para a cultura da rúcula em especial, ainda são poucos os estudos desenvolvidos em condições de estresse salino (SILVA *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2012). De modo geral, nestes trabalhos foram observados efeitos depressivos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, no entanto, a magnitude do efeito depressivo foi variável em decorrência do tipo de sistema de cultivo, demonstrando assim a necessidade de estudos para determinar o efeito do estresse salino na cultura da rúcula cultivada em substrato.

Dentre as cultivares de rúcula produzidas no Brasil, destacam-se a Cultivada e Folha Larga, no entanto, são escassos estudos que avaliem o desenvolvimento destas cultivares em diferentes condições ambientais, em especial ao estresse salino. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho das cultivares de rúcula Cultivada e Folha Larga submetidas a diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva.

Material e métodos

Experimento foi realizado durante os meses de fevereiro e março de 2012, em casa de vegetação no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, no Campus da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, em Mossoró, RN (5°11' S; 37°20' W e 18 m de altitude). De acordo com Carmo Filho e Oliveira (1995), as características climáticas deste município são: temperatura média anual de 27,4 °C, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio, e precipitação pluviométrica de 673,9 mm, e umidade relativa do ar média de 68,9%. Segundo a classificação de Koeppen, o clima é do tipo BSw^h, ou seja, quente e seco.

A estrutura da casa de vegetação é de aço galvanizado e as paredes laterais e frontais confeccionadas com malha negra com 50% de sombreamento; a cobertura em arco tipo túnel, com 7,0 m de largura e 18,0 m de comprimento, com manta de polietileno de baixa densidade, transparente, com 0,15 mm de espessura.

Para o desenvolvimento do experimento foi construída uma estrutura formada por 10 calhas de PVC,

com dimensões 3,0 x 0,10 x 0,10 m, montadas sobre cavaletes de madeira, com altura 0,65 m, e distribuídas no espaçamento de 0,10 m.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições, sendo os tratamentos resultantes da combinação de duas cultivares de rúcula (C₁-Cultivada e C₂-Folha Larga), com cinco níveis de salinidade das soluções hidropônicas (S₁-1,2, S₂-2,2, S₃-3,2, S₄-4,2 e S₅-5,2 dS m⁻¹).

A quantidade de fertilizantes adicionados à solução nutritiva (g L⁻¹) foi: 0,5; 0,37; 0,14 e 27 de nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de magnésio, respectivamente, e como fonte de micronutrientes adicionou-se 0,06 g L⁻¹ de Quelatec® (mistura sólida de EDTA-chelated nutrientes contendo 0,28% Cu, 7,5% Fe, 3,5% Mn, 0,7% Zn, 0,65% B e 0,3% Mo) (DIAS *et al.*, 2011a).

Para obtenção das águas salinas foram realizadas misturas de água proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA (ASA), com água residuária proveniente do setor de piscicultura (ARP) da UFERSA, sendo os valores de condutividades elétricas medidos com um condutivímetro de bancada. As proporções das águas utilizadas para obtenção dos diferentes níveis de salinidade foram obtidas a partir da equação proposta por (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_{af} - concentração final da mistura, dS m⁻¹;

CE_{a1} - Condutividade elétrica da água de menor salinidade, em dS m⁻¹;

CE_{a2} - Condutividade elétrica da água de maior salinidade, em dS m⁻¹;

V_{a1} - Volume de água de menor salinidade;

V_{a2} - Volume de 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})

A equação pode ser re-escrita:

$$CE_{af} = (CE_{a1} \cdot P_{a1}) + (CE_{a2} \cdot P_{a2}) \quad (2)$$

Sendo que P_{a1} + P_{a2} = 1.

Foi retirada uma amostra da ARP e da ASA, e analisadas quanto aos atributos físico-químicos no Laboratório de análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da UFERSA, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1. De acordo com a classificação de Richards (1993), as águas foram classificadas como C1S1 e C4S4, para ASA e ARP, respectivamente. Desta forma, a ARP representa água com elevada condutividade elétrica (CE) e razão de adsorção de sódio (RAS), o que poderá ocasionar graves problemas ambientais caso a mesma seja depositada diretamente nos mananciais hídricos.

Após preparadas, as soluções nutritivas foram armazenadas em recipientes plásticos, de cor escura, com capacidade para 20 L, os quais foram mantidos em local protegido da insolação direta. A renovação das soluções era feita semanalmente.

O plantio foi realizado por meio de semeadura direta, em substrato formado pela mistura de fibra de coco + areia + casca de arroz natural, na proporção 1;1:1 (v/v). Após a mistura dos componentes o substrato foi analisado quanto à capacidade de retenção de água, utilizando vasos plásticos e seguindo a metodologia proposta por Casaroli e Jong Van Lier (2008), os quais afirmam que a máxima capacidade de retenção de umidade do substrato é referente a umidade deste substrato quando se verifica o fim da drenagem. Após o teste foi constatado que o substrato apresentou capacidade de retenção de água (CRA) de aproximadamente 0,53 g g⁻¹.

Foram semeadas 6 sementes em cada cova, espaçadas cerca de 5 cm, e 8 dias após foi realizado o desbaste, deixando três plantas por cova. No período entre

Tabela 1 - Análises das águas empregadas no preparo das soluções nutritivas

Águas Fonte	pH	CE (dS m ⁻¹)	K+	Na+	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}
ARP*	8,41	32,9	820,8	227,4	45,3	74,3	73,0	1,0	2,0	29,4
ASA	8,02	0,5	2,0	0,9	2,8	0,4	4,0	0,2	1,8	2,3

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

a semeadura e o desbaste as irrigações foram realizadas utilizando água do sistema de abastecimento do campus da UFERSA, e, após o desbaste utilizou-se soluções nutritivas de acordo com cada tratamento.

Foram realizadas duas irrigações ao dia, aplicando-se volume de 3.000 ml de solução por calha, suficiente para ocorrer drenagem. As irrigações foram realizadas utilizando-se um Becker de 1000 ml, tendo-se o cuidado de evitar o contato da solução com as folhas das plantas para não ocorrer efeitos fitotóxicos.

A colheita foi realizada 30 dias após a semeadura, sendo a unidade experimental representada por 10 plantas. Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas (NF), determinado pela contagem de folhas verdes maiores de 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 após a secagem da MFPA em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir peso constante, expresso em gramas, e área foliar (AF), utilizando-se o integrador de área foliar, modelo LI-3100 da Licor.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância aplicando-se teste F utilizando o software estatístico Sisvar 4.1 (FERREIRA, 2008). Para as variáveis que apresentaram resposta significativa os dados foram ajustados a equações de regressão, adotando-se o modelo matemático que apresentou maior grau de significância (teste t) e maior coeficiente de determinação (R^2). Os valores médios obtidos pelas cultivares (fator qualitativo) foram analisados através do teste de comparação de médias, aplicando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Houve efeito significativo da interação entre salinidade (S) e cultivares (C) para área foliar ao nível de 5% de probabilidade, bem como para massa fresca total e massa seca total ao nível de 1%, havendo ainda efeito dos fatores isolados para essas variáveis ($p < 0,01$). Para altura das plantas foi observada apenas efeito dos fatores isolados, ambos ao nível de significância de 1% de probabilidade (Tabela 2).

Não foi observada diferença entre as cultivares para o número de folhas, independente da salinidade, obtendo-se os valores médios de 4,5 e 4,7 folhas por planta para as cultivares, Cultivada e Folha Larga, respectivamente (Tabela 2). Costa *et al.* (2011) avaliaram o desenvolvimento de duas cultivares de rúcula as condições de sombreamento e verificaram que a cultivar Folha Larga apresentou maior

número de folhas entre 23 e 30 dias após a semeadura, no entanto, não diferiu estatisticamente da cultivar Cultivada aos 37 e 44 dias após a semeadura. De acordo com esses autores, o número de folhas é um atributo genético, variando conforme o desenvolvimento das plantas.

Para as demais variáveis, verificou-se que, de forma geral, a cultivar Folha Larga foi superior a cultivar Cultivada, com superioridade em aproximadamente 8,6; 24,4; 58,0; 34,8%, para altura, área foliar, massa fresca total e massa seca total, respectivamente (Tabela 2). Analisando as diferenças percentuais, percebe-se que a margem redução na diferença percentual para massa fresca total (58,0%) e massa seca total (34,8%), o que pode ter ocorrido, provavelmente pelo maior teor de água no tecido foliar da cultivar Folha Larga, representando maior suculência em suas folhas.

Estes resultados divergem dos obtidos por Cavarianni *et al.* (2008), que observaram maior altura para a cultivar Cultivada. No entanto, Linhares *et al.* (2011) trabalhando com essas cultivares na região de Mossoró, em condições de campo, não observaram diferença significativa para altura das plantas.

Avaliando o efeito da salinidade sobre as características estudadas, verifica-se que não houve efeito da salinidade sobre o número de folhas, de forma que não foi possível fazer análise de regressão. Esses resultados estão de acordo com Silva *et al.* (2011) e Jesus (2011), os quais também não observaram efeito da salinidade da solução nutritiva na emissão de folhas da rúcula. Outros estudos realizados com essa cultura, em diferentes condições de cultivo, têm demonstrado que o número de folhas é pouco influenciado por fatores ambientais, como exemplo o trabalho desenvolvido por Costa *et al.* (2011), que avaliaram o efeito do sombreamento e não observaram diferenças significativa para esta variável.

Foi observado efeito significativo da salinidade da água de irrigação para a altura das plantas, sendo observado inicialmente efeito positivo até determinado nível salino, e decrescente a partir deste, de forma que os dados foram ajustados à equação de regressão quadrática. Como não houve efeito significativo da interação entre os fatores cultivares e salinidade, ajustou-se apenas uma equação de regressão para representar as duas cultivares.

A partir da equação de regressão, pôde-se verificar que os maiores valores foram obtidos nas plantas fertirrigadas empregando solução nutritiva de salinidade 2,4 dS m⁻¹, com altura média de 18,6 cm. A partir desta salinidade verificou-se redução na altura das plantas em resposta ao aumento da salinidade, obtendo-se na salinidade 4,5 dS m⁻¹ altura média de 14,7 cm, o que corresponde a redução de aproximadamente 20,6% (Figura 1). Apesar de ter sido observada redução na

Tabela 2 - Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias (Tukey) para número de folhas (NF), altura (ALT), área foliar (AF), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) de cultivares de rúcula cultivadas em substrato e submetida a diferentes salinidades da solução nutritiva

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		NF	ALT	AF	MFT	MST
Salinidade (S)	4	0,04 ^{ns}	15,47 ^{**}	169483,19 ^{**}	132,97 ^{**}	3,57 ^{**}
Linear	4	-	43,51 ^{**}	667183,92 ^{**}	416,78 ^{**}	14,11 ^{**}
Quadrático	4	-	10,44 ^{**}	9000,14 ^{ns}	109,18 ^{**}	0,05 ^{ns}
Cultivares (C)	1	0,31 ^{ns}	22,20 ^{**}	87628,32 ^{**}	1506,63 ^{**}	5,78 ^{**}
S x C	4	0,06 ^{ns}	0,93 ^{ns}	8917,49 [*]	189,94 ^{**}	0,76 ^{**}
Linear (C1)	4	-	-	273985,26 ^{**}	117,65 ^{**}	2,81 ^{**}
Quadrático (C1)	4	-	-	216,46 ^{ns}	52,85 [*]	0,01 ^{ns}
Linear (C2)	4	-	-	399060,55 ^{**}	342,90 ^{**}	13,22 ^{**}
Quadrático (C2)	4	-	-	22164,62 [*]	56,36 [*]	0,16 ^{ns}
Resíduo	30	0,08	0,99	2920,94	8,90	0,16
CV (%)		6,30	5,86	8,91	10,91	14,68

	Cultivares	Valores médios				
		NF	ALT (cm)	AF (cm ²)	MFT (g)	MST (g)
Médias	Cultivada	4,5 a	16,3 b	525,5 b	21,2 b	2,3 b
	Folha Larga	4,7 a	17,7 a	653,5a	33,5 a	3,1 a

**Significativo da a 1% de probabilidade; ns – Não significativo; [§] Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

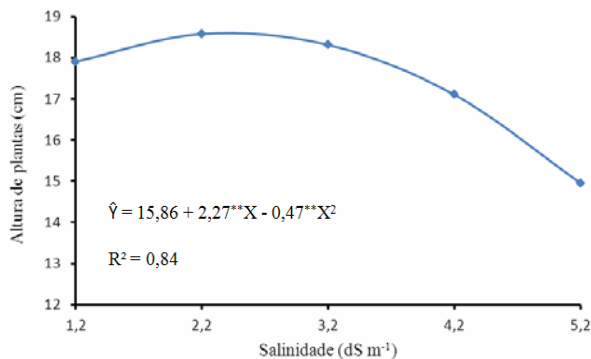


Figura 1 - Altura de plantas cultivada em substrato e submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (* e ** Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t).

altura das plantas, praticamente em todos os níveis foram obtidas plantas com altura comercial, que é de 15 a 20 cm (MINAMI; TESSARIOLO NETO, 1998).

Esses resultados demonstram que a rúcula, cultivada em substrato, pode ser fertirrigada utilizando

solução nutritiva com condutividade elétrica de até 2,4 dS m⁻¹ sem afetar a qualidade comercial das plantas.

Esses resultados divergem, em parte, dos obtidos por Jesus (2011), trabalhando com as cultivares utilizadas neste trabalho, mas utilizando o sistema hidropônico NFT, que verificou redução linear para as duas cultivares. Silva *et al.* (2011) também trabalhando com sistema NFT, verificaram redução linear na altura das plantas em resposta ao aumento da salinidade.

Tal diferença pode ser atribuída ao sistema de cultivo utilizado, demonstrado que no cultivo em substrato as plantas, provavelmente, são menos afetadas negativamente pela salinidade do que no sistema NFT. Santos (2010), trabalhando com a cultura da rúcula em substrato de fibra de coco e sob diferentes soluções salinas entre 2,0 e 5,5 dS m⁻¹, constatou que plantas cultivadas em substratos são menos afetadas pela salinidade da solução nutritiva, conforme descrito anteriormente.

O efeito reduzido da salinidade da solução nutritiva sobre o desenvolvimento das plantas pode ser atribuído ao sistema de cultivo em substrato, visto que a alta capacidade de absorção hídrica do substrato diminuiu a concentração de sais na solução nutritiva e, conseqüentemente, os

efeitos negativos da salinidade sobre o crescimento das plantas; além disso, o uso do substrato torna o potencial matricial inerte não interferindo na força de retenção de água e, em contrapartida, favorece absorção de água pelas plantas (DIAS *et al.*, 2010).

Para as variáveis área foliar, massa fresca total e massa seca total, realizou-se o desdobramento entre os fatores, tendo em vista que para estas variáveis foi observada resposta significativa à interação entre os fatores estudados. Esses resultados demonstram que o desenvolvimento de cada cultivar pode ser alterado pelas condições ambientes, e que na escolha da cultivar deverá ser considerada a qualidade da água utilizada no preparo da solução nutritiva.

A área foliar da rúcula foi afetada pela salinidade da solução nutritiva, no entanto, o efeito da salinidade foi variável de acordo com a cultivar estudada, de forma que, para cada cultivar foi ajustada uma equação de regressão. Para cultivar Folha Larga os dados apresentaram melhor ajuste a equação de regressão linear e decrescente, de forma que foi observada redução de aproximadamente 100 cm² 10 plantas⁻¹, por aumento unitário na salinidade da solução nutritiva. Desta forma, os menores valores foram obtidos na maior salinidade (5,2 dS m⁻¹), com AF média de 453,7 cm² 10 plantas⁻¹, o que corresponde a redução total de 46,8% em comparação com as plantas irrigadas com salinidade de 0,5 dS m⁻¹, nas quais se obteve AF média de 853,2 cm² 10 plantas⁻¹ (Figura 2).

Com relação ao efeito da salinidade sobre cultivar Cultivada, verificou-se, inicialmente, aumento na AF em resposta ao aumento da salinidade, até o nível estimado de 1,8 dS m⁻¹, com AF de 672,9 cm² 10 plantas⁻¹. A partir deste nível verificou-se redução na AF, de forma que na salinidade 5,2 dS m⁻¹, obteve-se os menores valores, com

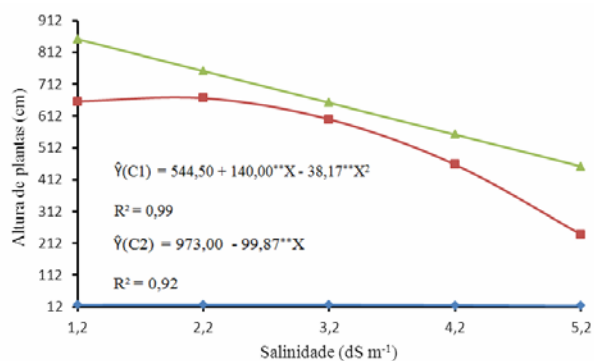


Figura 2 - Área foliar de rúculas cultivadas em substrato e submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (** Significativos a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t).

AF média de 240,4 cm² 10 planta⁻¹, resultando assim, em redução total de 64,3%. Apesar de se observar redução na AF a partir da salinidade 1,8 dS m⁻¹, pode-se observar pouca redução até a salinidade de 3,2 dS m⁻¹, na qual foi obtida AF média 601,6 cm² 10 plantas⁻¹, correspondente ao decréscimo de 8,5% em comparação com as plantas irrigadas com solução de menor salinidade.

Silva *et al.* (2008) trabalhando com a cultura da rúcula, mas utilizando solo como substrato, também verificaram efeito negativo da salinidade sobre a área foliar das plantas, principalmente para salinidades acima de 3,5 dS m⁻¹. Na literatura são encontrados diversos trabalhos relatando o efeito depressivo da salinidade sobre as hortaliças, principalmente as folhosas (DIAS *et al.*, 2011a, 2011b; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

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).

A redução da área foliar é um importante mecanismo adaptativo de plantas cultivadas sob excesso de sais e estresse hídrico, visto que, sob tais condições, é interessante a redução na transpiração e, conseqüentemente, diminuição do carregamento de íons de Na⁺ e Cl⁻ no xilema e conservação da água nos tecidos das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Este decréscimo da área foliar está relacionado a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante (TESTER; DAVENPORT, 2003).

Avaliando o efeito da salinidade sobre o acúmulo de massa fresca total de cada cultivar, verificou-se que para as cultivares os dados apresentaram melhor ajuste ao modelo polinomial de segundo grau. Inicialmente foi observada resposta positiva ao aumento da salinidade, de forma que os maiores valores ocorreram nas salinidades de 2,37 e 2,56 dS m⁻¹, com 26,2 e 40,6 g, para as cultivares Cultivada e Folha Larga, respectivamente. A partir destes níveis houve redução na massa fresca, de forma que, na maior salinidade, foram observadas reduções de 43% para Cultivada, e de 38% para Folha Larga (Figura 3).

Ainda na Figura 3, pode-se observar que apesar de nas salinidades acima de 2,37 e 2,56 dS m⁻¹ ter ocorrido redução na MFT, apenas nas plantas submetidas a salinidade acima de 4,2 dS m⁻¹ é que houveram reduções significativas, com perdas de 17,9 e 14,7%, para as cultivares Cultivada e Folha Larga, respectivamente.

Os resultados obtidos no presente trabalho divergem, em parte, dos resultados encontrados por Jesus (2011), que avaliou o efeito de diferentes níveis de salinidade nessas

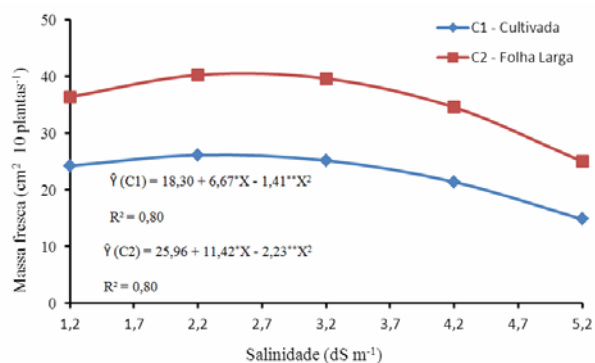


Figura 3 - Massa fresca de rúcula cultivada em substrato e submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (* e ** Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t).

duas cultivares de rúcula no sistema hidropônico NFT, e verificou-se redução total de 35% na cultivar Folha Larga, e de 25% na cultivar Cultivada. Essa divergência pode ter sido devido à diferença entre os sistemas de produção utilizados. Silva *et al.* (2011) e Santos *et al.* (2012), ambos trabalhando com a cultivar Cultivada, também verificaram redução significativa na massa fresca com o aumento da salinidade da solução nutritiva.

Com relação ao efeito da salinidade sobre o acúmulo de massa seca, verificou-se que para as duas cultivares houve resposta significativa e negativa, sendo observada redução de aproximadamente 0,27 e 0,57 g (amostra) por aumento unitário da salinidade da solução nutritiva, correspondente a perda relativa de 9,4 e 13,4%, para as cultivares Cultivada e Folha Larga, respectivamente. Considerando os valores obtidos na salinidade 5,2 dS m⁻¹ com os obtidos para a salinidade de 1,2 dS m⁻¹, verificou-se redução total de 37,7% para cultivar Cultivada, e de 53,5% para a Folha Larga, evidenciando assim que a cultivar Cultivada apresentou maior tolerância à salinidade (Figura 4). Jesus (2011) estudando o efeito da salinidade variando de 0 a 10 dS m⁻¹ nessas duas cultivares de rúcula, verificaram redução total de 49% na cultivar Folha Larga e de 45% na cultivar Cultivada.

Silva *et al.* (2011) trabalhando com a cultura da rúcula em sistema hidropônico NFT, utilizando duas fontes e diferentes níveis de salinidade, verificaram redução percentual da massa seca variando de 12,7 a 13,1% por aumento unitário da salinidade, valores estes próximos aos encontrados no presente trabalho.

A diferença entre as cultivares quanto à tolerância à salinidade confirmam que a tolerância à salinidade é

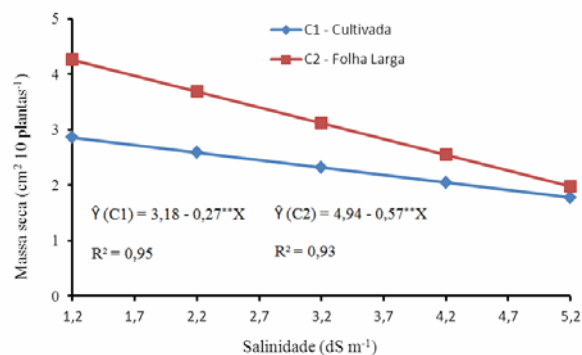


Figura 4 - Massa Seca de plantas cultivada em substrato e submetidas a diferentes salinidades da solução nutritiva (* e ** Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t).

variável entre espécies e, mesmo em uma espécie, entre estádios de desenvolvimento, em cada fase a tolerância a salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (FLOWERS; FLOWERS, 2005; MUNNS, 2005).

A redução da biomassa fresca e seca está relacionada ao efeito osmótico da salinidade, e ao suprimento inadequado de nutrientes devido a um desequilíbrio iônico provocado pelo excesso de íons Na⁺ e Cl⁻ (TESTER; DAVENPORT, 2003).

Conclusões

A salinidade da solução nutritiva afeta negativamente o desenvolvimento da rúcula cultivadas em substrato;

O cultivo de rúcula em substrato pode ser realizado utilizando solução nutritiva de condutividade elétrica até 3,0 dS m⁻¹, sem perdas na produção de matéria fresca;

A cultivar Cultivada apresenta maior tolerância à salinidade;

A cultivar Folha Larga produziu mais massa fresca e seca total em relação a cultivar Cultivada.

Literatura científica citada

AMORIM, H. C.; HENZ, G. P.; MATTOS, L. M. **Identificação dos tipos de rúcula comercializados no varejo do Distrito Federal.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Hortaliças, v.34, p.1-13, 2007.

- CARMO FILHO F.; OLIVEIRA O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, Série B). 1995. 62p.
- CASAROLI, D.; JONG VAN LIER, Q. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.59-66, 2008.
- CAVARIANNI, R. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CAZETTA, J. O.; MAY, A.; CORRADI, M. M. Nutrient contents and production of rocket as affected by nitrogen concentrations in the nutritive solution. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 652-658, 2008.
- COSTA, C. M. F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G. R.; SOUZA, S. B. S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.93-102, 2011.
- 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, p.632-637, 2011a.
- DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.755-761, 2010.
- 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, p.991-995, 2011b.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v.78, p.15-24, 2005.
- GONDIM, A. R. O.; FLORES, M. E. P.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. Condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico NFT. **Bioscience Journal**, v.26, p.894-904, 2010.
- HELBEL JÚNIOR, C.; REZENDE, R.; FRIZZONE, J. A.; SANTOS, H. S.; DALLACORT, R. Produção hidropônica da cultura da alface com soluções nutritivas e vazões distintas. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v.29, p.391-395, 2007.
- JESUS, C. G. **Estresse salino em rúcula (*Eruca sativa* Mill.) hidropônica: aspectos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais**. Recife: UFRPE, 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. **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCT Sal, 2010. p. 303-317.
- LINHARES, P. C. F.; MARACAJÁ, P. B.; BEZERRA, A. K. H.; PEREIRA, M. F. S.; PAZ, A. E. S. Rendimento de cultivares de rúcula adubado com diferentes doses de *Merremia aegyptia* L. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 7-12, 2011.
- MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; BARROS, A. D. Manejo da irrigação e tolerância do meloeiro a salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.242-247, 2008.
- MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. **A cultura da rúcula**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1998. 19 p.
- MUNNS, R. **Genes and salt tolerance: bring them together**. *New Phytologist*, v.143, p.645-663, 2005.
- 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, p.771-777, 2011.
- 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.
- PRAXEDES, S. C.; FERREIRA, T. M.; GOMES-FILHO, E. Acúmulo de prolina e aminoácidos em cultivares de feijão caupi com tolerância diferencial à salinidade. **Revista Caatinga**, v.22, p.211-214, 2009.
- RICHARDS, L. A. **Diagnóstico y recuperación de suelos salinos y sódicos**. Personal de Laboratorio de salinidad de EE.UU. 6. ed. México: Editorial LIMUSA, 1993, 176p.
- SANTOS, R. S. S. **Cultivo da rúcula em fibra de coco com solução nutritiva salinizadas em diferentes épocas**. Mossoró: UFRSA, 2010, 76 p. Dissertação Mestrado
- 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, p.961-969, 2010.
- SANTOS, P. R.; RUIZ, H. A.; NEVES, J. C. L.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Acúmulo de cátions em dois cultivares de feijoeiro crescidos em soluções salinas. **Revista Ceres**, v.56, p.666-678, 2009.
- 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, 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, p.147-155, 2011.

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**, Mossoró, v.21, p.30-35, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

TESTER, M., DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.