

Cultivo hidropônico de rúcula utilizando solução nutritiva salina

Francisco V. da Silva¹, Sergio N. Duarte², Carlos J. G. de S. Lima³,
Nildo da S. Dias⁴, Rafaelly S. da S. Santos² & Pedro R. F. Medeiros⁵

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, Bloco CM, 1o andar, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande-PB, Brasil. Caixa Postal 10078. E-mail: valfizio@hotmail.com

² Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Engenharia Rural, Av. Pádua Dias, 11, Agronomia, CEP 13418900, Piracicaba-SP, Brasil. Caixa Postal 9. E-mail: sduarte@usp.br; rafaelly_santos@yahoo.com

³ Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Departamento de Engenharia Agrícola e Solo, Bairro Ininga, CEP 64049-550, Teresina - PI, Brasil. E-mail: carloslima@ufpi.edu.br

⁴ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, BR 110, Km 47, Costa e Silva, CEP 59600-900, Mossoró-RN, Brasil. Caixa Postal 137. E-mail: nildo@ufersa.edu.br

⁵ Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Av. Antônio Carlos Magalhães, 510, Country Club, CEP 48902-300, Juazeiro-BA, Brasil. E-mail: prfmedede@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho propôs determinar a tolerância da rúcula à salinidade da solução nutritiva. O experimento foi conduzido em ambiente protegido localizado na área experimental do Setor de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, no município de Piracicaba-SP. O delineamento experimental foi blocos ao acaso. Os tratamentos constaram de nove soluções nutritivas salinas obtidas com a adição de NaCl de CE: 1,8; 3,5; 4,5; 5,5; 6,5; 7,5; 8,5; 9,5; 10,5 dS m⁻¹. Os parâmetros avaliados foram número de folhas, massas fresca e seca da parte aérea, umidade da parte aérea e razão entre a massa seca de raiz e a parte aérea. Os resultados obtidos demonstram que o aumento nos níveis de salinidade proporcionou redução em todos os parâmetros avaliados, exceto o número de folhas, que não sofreu influência significativa, e a relação raiz/parte aérea foi influenciada de forma crescente. A salinidade limiar encontrada foi de 2,57 dS m⁻¹, com redução de 5,57% na produção para cada aumento unitário na salinidade. A cultura da rúcula foi classificada moderadamente sensível à salinidade.

Palavras-chave: ambiente protegido, *Eruca sativa*, hidroponia, salinidade

Hydroponic cultivation of salad rocket using saline nutrient solutions

ABSTRACT

This study aimed to determine the tolerance of the salad rocket to the salinity of nutrient solution. The experiment was carried out in a greenhouse in the experimental area of the Irrigation and Drainage Section of the University of São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The experimental design consisted of randomized blocks. Nine saline nutrient solutions obtained with the addition of NaCl with EC: 1.8, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5, 10.5 dS m⁻¹ were evaluated. The number of leaves, aerial fresh and dry biomass, root dry biomass, water content in aerial parts and ratio of aerial parts and root dry biomass were analysed. The results obtained show that the increase in levels of salinity of nutrient solution caused a reduction in all parameters except the number of leaves which was not affected significantly and the ratio root/shoot was influenced incrementally. The threshold salinity was found to be 2.57 dS m⁻¹, with 5.57% of reduction in production for each unit increase in salinity. The salad rocket was classified as moderately sensitive to salinity.

Key words: greenhouse, *Eruca sativa*, soilless culture, salinity

Introdução

Visando promover a lixiviação do excesso de sais aplicados via água de irrigação, o manejo inadequado da irrigação, a adição de fertilizantes em altas dosagens e baixas precipitações, podem trazer, como consequência, a salinização dos solos, prejudicando o rendimento das culturas sensíveis (Rubio et al., 2009).

Neste contexto, a hidroponia se constitui em uma alternativa quando viável de ser implementada, em prol da conservação do solo e preservação dos mananciais de água. Além disto, as plantas respondem diferentemente às mesmas condições de salinidade da solução quando cultivadas em solo e hidroponicamente, uma vez que no cultivo em solo o nível de umidade varia entre as irrigações ocorrendo, então, diminuição dos potenciais osmótico e mátrico; já no cultivo hidropônico o potencial mátrico é nulo devido ao estado de saturação ao qual a planta é submetida, o que se constitui numa vantagem quando se utilizam águas salinas; deve representar uma absorção maior de água e nutrientes pelas plantas, com menor gasto energético, para uma mesma quantidade de sais em relação ao cultivo em solo.

Estudos realizados sobre a tolerância de várias espécies à salinidade em sistema hidropônico de cultivo têm demonstrado, mediante manejos adequados da água e das práticas de cultivo, que se pode produzir comercialmente com água salina (Savvas et al., 2007; Soares et al., 2007; Al-Karaki et al., 2009; Santos et al., 2010; Dias et al., 2011; Santos Junior et al., 2011). Neste sentido espera-se que, em sistemas hidropônicos, culturas, sobretudo de ciclo rápido, proporcionem o uso sustentável de águas residuárias do processo de dessalinização garantido também a produção de alimentos para as comunidades em que têm sido implantadas as estações de tratamento.

A rúcula (*Eruca sativa* Mill) foi a cultura escolhida para este estudo pois, apesar de serem escassos os trabalhos científicos a ela inerentes, sua produção se vem destacando entre as hortaliças. No estado de São Paulo, o volume comercializado aumentou consideravelmente em 2010 a 2012, sinalizando o interesse por parte da população e comprovando sua importância econômica entre as demais hortaliças folhosas.

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da salinidade sobre a cultura da rúcula cultivada em hidroponia e determinar a tolerância da rúcula à salinidade da solução nutritiva.

Material e Métodos

A estrutura experimental foi instalada no Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior 'Luiz de Queiroz' ESALQ-USP, na cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, em casa-de-vegetação do tipo arco simples com 17,80 m de comprimento, 7,10 m de largura, pé-direito de 3 m, altura do arco de 1,35 m e orientação leste-oeste, localizada nas coordenadas geográficas 22° 42' 89,4" latitude Sul, 47° 37' 46,2" de longitude Oeste, a 540 m de altitude.

Conforme classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco. As temperaturas médias mensais variam de

24,8 °C no verão a 17,1 °C no inverno, sendo a média anual igual a 21,4 °C; as chuvas são da ordem de 1.278 mm anuais, ocorrendo cerca de 1.000 mm de outubro a março e 278 mm de abril a setembro (Sentelhas, 1998).

O experimento foi realizado entre julho e setembro de 2011, registrando-se no período, uma temperatura média de 23,42 °C, umidade relativa média de 62,6% e radiação solar global média de 14,06 MJ m⁻² dia⁻¹.

Utilizou-se uma estrutura hidropônica composta por 36 unidades experimentais; cada parcela representava um sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) independente, constituindo-se de: um reservatório plástico com capacidade para 60 L de solução nutritiva; uma eletrobomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, modelo EBD250076 (acionada por motor monofásico, 120 V de tensão, 60 Hz de frequência, corrente nominal de 2 A, isolamento classe B, 130 °C), com componentes internos em plástico para evitar o efeito corrosivo da solução nutritiva e um perfil hidropônico Hidrogood[®] confeccionado em polipropileno com aditivo anti-ultravioleta, de tamanho médio, diâmetro comercial de 100 mm, comprimento de 2,8 m e orifícios (de 2,5 cm de raio) espaçados 0,30 m.

A solução nutritiva foi conduzida através de uma tubulação de PVC, do reservatório até a parte mais alta da bancada, de onde a solução era aplicada no perfil hidropônico. A solução aplicada escoava por gravidade, ao longo do perfil (com declive de 3%) retornando ao reservatório de solução nutritiva. A solução nutritiva foi preparada com a água do sistema de abastecimento municipal e com fertilizantes, de modo a fornecer todos os nutrientes necessários durante o ciclo da cultura, baseada na recomendação de Furlani et al. (1999).

As sementes de rúcula utilizadas foram da cultivar "Folha Larga" as quais foram semeadas em placas de espuma fenólica; depois da germinação (dois dias após o semeio) as mudas foram levadas a um "berçário", onde permaneceram duas semanas, sendo irrigadas na primeira semana com solução nutritiva (Furlani et al., 1999) diluída a 50%.

Aos 17 dias após o semeio as mudas foram transplantadas para os canais de cultivo hidropônicos e a partir daí foram irrigadas com solução nutritiva a 100%, visando à sua adaptação às condições experimentais.

A solução nutritiva utilizada na produção das mudas quanto no seu cultivo, foi baseada na recomendação proposta por Furlani et al. (1999), sendo caracterizada com CE em torno de 2,0 dS m⁻¹ quando composta a partir de água com baixa salinidade (0,20 dS m⁻¹) conforme Furlani et al. (1999). Para cada tratamento foram feitas, diariamente, medições da condutividade elétrica e do pH da solução nutritiva com auxílio de um condutivímetro e um pHmetro, respectivamente.

A casa-de-vegetação foi dividida em quatro blocos e, em cada um, foram aleatorizados os tratamentos os quais se constituíram de nove níveis de salinidade da solução nutritiva, sendo: 1,8; 3,5; 4,5; 5,5; 6,5; 7,5; 8,5; 9,5 e 10,5 dS m⁻¹. A variação da salinidade entre os tratamentos foi obtida com a aplicação de NaCl à solução nutritiva preparada com água de abastecimento municipal, enquanto para a testemunha a solução nutritiva foi obtida pela adição de fertilizantes à água de abastecimento municipal, ou seja, sem adição do NaCl,

sendo a condutividade elétrica da solução nutritiva igual a 1,8 dS m⁻¹.

O controle da circulação da solução nutritiva foi realizado com auxílio de um temporizador programado para acionar a eletrobomba a cada 15 minutos, pelo tempo de 15 minutos, nos horários das 06:00 às 11:00 h, das 14:00 às 19:00 h e 21:00, 23:00 e 02:00 h. No horário da 11:00 às 14:00 h foram feitas irrigações contínuas e nos demais horários o sistema era desligado (2:00 às 06:00 h). Esta programação ocorreu desde a fase de “berçário”.

Aos 30 dias após o transplântio (DAT) duas unidades amostrais em cada parcela foram colhidas e pesadas em balança de precisão para obtenção das massas fresca da parte aérea; determinou-se, também, o número de folhas por unidade amostral; cada unidade amostral foi composta de quatro plantas.

O teor de água nas folhas e a razão entre as massas de raiz e massa seca da parte aérea foram determinados usando-se as médias dessas variáveis em cada parcela, conforme Equações (1) e (2), respectivamente; as massas secas da parte aérea e raiz foram feitas por diferença de pesagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir peso constante.

$$U = \left(\frac{MFPA - MSPA}{MFPA} \right) 100 \quad (1)$$

em que:

U - teor de água na parte aérea - %

MFPA - massa de matéria fresca da parte aérea - g

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea - g

$$r = \frac{MSR}{MSPA} \quad (2)$$

em que:

r - relação das massas de matéria seca da raiz e da parte aérea - adimensional

MSR - massa de matéria seca do sistema radicular - g

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea - g

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância utilizando-se o programa estatístico SISVAR versão 4.3. Além disso, as produtividades percentuais da rúcula em função da salinidade em cada tratamento foram calculadas em relação à produtividade obtida com o tratamento Testemunha (Equação 3); os valores dos parâmetros b e SL do modelo de Maas & Hoffman (1977), Equação 4, foram estimados com o programa SAS.

$$PR = \frac{MFPA_{TRAT}}{MFPA_{TESTEMUNHA}} * 100 \quad (3)$$

em que:

PR - produtividade relativa - %

MFPA_{TRAT} - massa de matéria fresca da parte aérea de um tratamento - g

MFPA_{TESTEMUNHA} - massa de matéria fresca da parte aérea da testemunha - g

$$PR = 100 - b * (CE - SL) \quad (4)$$

em que:

b - redução da produtividade (%) por aumento unitário da CE (dS m⁻¹) acima da SL

CE - salinidade mantida durante o cultivo - dS m⁻¹

SL - salinidade limiar tolerada pela cultura - dS m⁻¹.

Resultados e Discussão

Constatou-se, de acordo com a análise da variância, efeito significativo (P<0,05) do fator salinidade para a variável massa seca de raiz (MSR) e a nível de 1% de probabilidade para a umidade da parte aérea (U), massas fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA); entretanto, não se verificou efeito significativo para as variáveis NF e R (Tabela 1).

Com base no diagrama de dispersão (Figura 1), é possível observar que não houve equação que se ajustasse significativamente ao parâmetro NF, mostrando que esta variável respondeu de forma aleatória ao incremento de

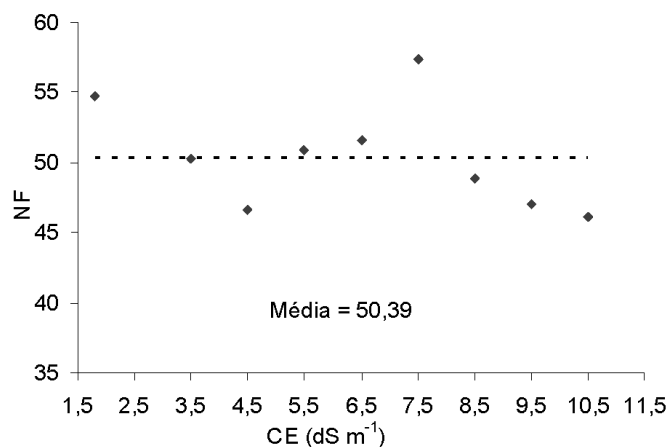


Figura 1. Número de folhas (NF) em função da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada no cultivo da rúcula em sistema hidropônico

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), relação da massa seca de raiz/parte aérea (R) e umidade da parte aérea (U) da rúcula cultivada em sistema hidropônica utilizando-se solução nutritiva salina

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		NF	MFPA	MSPA	MSR	R	U
Salinidade	8	57,12 ^{ns}	3666,94**	13,50**	0,31*	0,0007 ^{ns}	34581,92**
Blocos	3	53,38 ^{ns}	1571,81*	7,63*	0,47*	0,0011 ^{ns}	8163,67 ^{ns}
Resíduo	24	38,16	435,58	2,38	0,12	0,0006	4576,48
CV (%)		12,19	15,34	13,22	16,49	13,46	6,46
Média Geral		50,67	136,08	11,67	2,08	0,175	91,31

* e **: Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^{ns}: não significativo

condutividade elétrica da solução aplicada no cultivo hidropônico da rúcula apresentando, desta forma, um valor médio de 50,39 folhas em cada unidade amostral.

Na Figura 2 se encontram a correlação da massa fresca da parte aérea e a condutividade elétrica da solução nutritiva aplicada apresentando um ajuste ($P < 0,01$) linear e decrescente com o incremento da salinidade ($R^2 = 0,88$). O maior valor de acúmulo de massa fresca foi de 177 g, obtido no menor nível de salinidade da solução ($1,8 \text{ dS m}^{-1}$), sendo este superior em 91% em relação ao acúmulo no maior nível de salinidade ($10,5 \text{ dS m}^{-1}$) que foi de 92,5 g por unidade amostral (4,0 plantas).

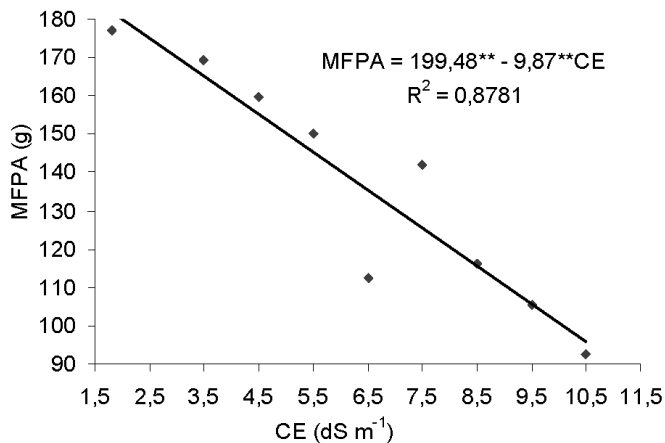


Figura 2. Massa fresca da parte aérea (MFPA) em função da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada no cultivo da rúcula em sistema hidropônico

Verifica-se, ainda, a cada incremento unitário da condutividade elétrica, decréscimo de 9,87 g no acúmulo de massa fresca observado pelo coeficiente angular negativo da equação de ajuste.

Para a variável massa seca da parte aérea verificou-se ajuste linear ($P < 0,01$) em função dos níveis de salinidade, apresentando coeficiente angular negativo em torno de 0,59 ($R^2 = 0,84$) (Figura 3).

O comportamento da massa seca da parte aérea foi similar ao acúmulo de massa fresca; no entanto, de forma menos expressiva devido ao elevado teor de água na parte aérea

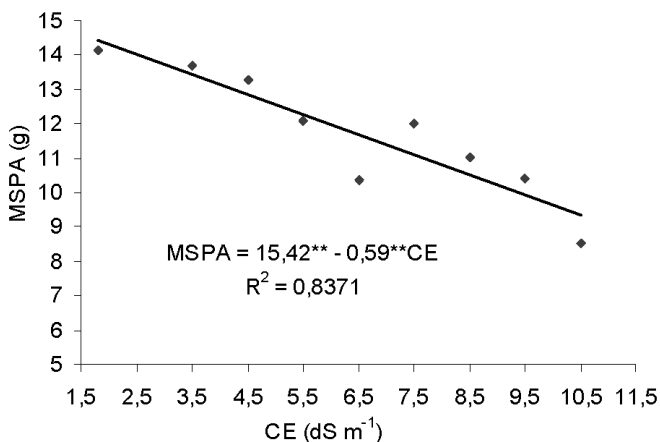


Figura 3. Matéria seca da parte aérea (MSPA) em função da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada no cultivo da rúcula em sistema hidropônico

tornando os valores de massa seca menos discrepantes quando comparados entre os níveis de salinidade estudados. O menor valor de acúmulo de massa seca foi obtido no maior nível de salinidade sendo este inferior em 65% quando comparado ao acúmulo de massa seca da parte aérea no tratamento testemunha. Pode-se observar um decréscimo de 0,59 g de massa seca da parte aérea por incremento unitário da salinidade da solução nutritiva (Figura 3).

Para a variável massa seca de raiz, houve um ajuste linear decrescente a nível de 1% de probabilidade ($R^2 = 0,52$), sendo observada uma perda de massa seca de raiz na ordem de 0,07 g por dS m^{-1} (Figura 4), além de valores inferiores aos da perda de massa seca da parte aérea (0,59 g por dS m^{-1}) demonstrando que os efeitos da salinidade da solução nutritiva são mais severos na parte aérea do que no sistema radicular das plantas de rúcula.

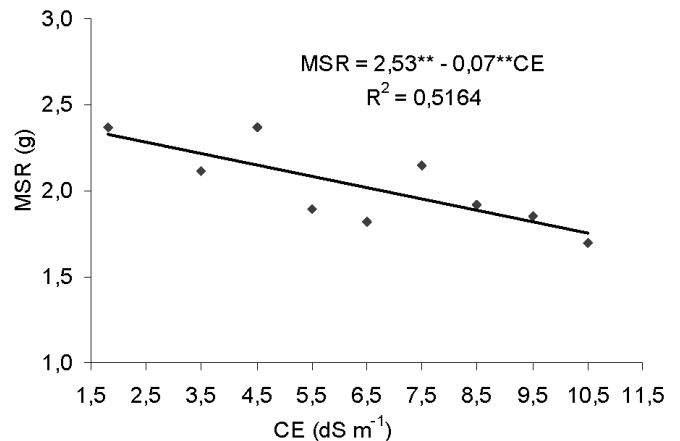


Figura 4. Massa seca das raízes (MSR) em função da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada no cultivo da rúcula em sistema hidropônico

Os efeitos da salinidade sob a redução da massa seca da parte aérea da rúcula cultivada em substrato de fibra de coco, também foram reportados por Santos et al. (2012) em experimento conduzido em ambiente protegido nas condições de Piracicaba, SP. Os autores constataram que o aumento da salinidade reduziu a massa seca da rúcula, sendo a primeira e a segunda semana de cultivo as épocas mais sensíveis para aplicação de águas salinas, com redução de 9,7 g na produção de massa seca da parte aérea.

Esses resultados divergem dos obtidos por Paulus et al. (2010) que, trabalhando com alface variedade Verônica em sistema hidropônico em função da salinidade da solução nutritiva aplicada, o qual não observaram efeito significativo para a variável massa seca de raiz em função, provavelmente, da diferença de adaptação ao estresse salino, que varia entre as espécies cultivadas e entre os genótipos (Aktas et al, 2006). A habilidade de alguns genótipos em excluir o Na das raízes em meio salino contribui para aumentar a relação K/Na e expressar sua alta tolerância aos sais, sendo um importante mecanismo de tolerância (Yoshida, 2002).

Para Aktas et al. (2006), a parte aérea das plantas é mais sensível ao estresse salino do que as raízes, em virtude do desequilíbrio entre os cátions; em consequência de complexas interações no sistema de transporte, porém, este fator pode variar conforme a tolerância das espécies ao meio salino.

A variável umidade da parte aérea decresceu linearmente ($P < 0,01$) com o aumento da salinidade da solução nutritiva aplicada, sendo registrado um decréscimo de 1,88% entre os níveis extremos da CE da solução nutritiva (Figura 5). Esta constatação demonstra que o estresse salino reduz a absorção de água pelas plantas e, em contrapartida, reduz o acúmulo de massa seca. Esses resultados corroboram com os obtidos por Paulus et al. (2010) que verificaram uma redução da umidade nos tecidos de alface conduzida em sistema hidropônico em função da salinidade da água aplicada.

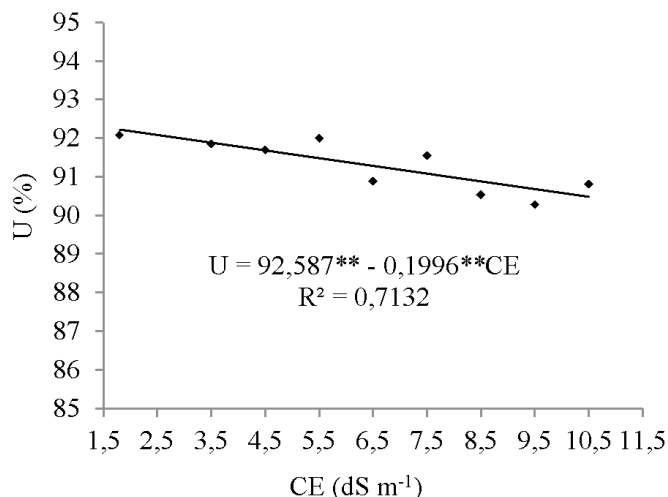


Figura 5. Umidade da parte aérea (U) em função da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada no cultivo da rúcula em sistema hidropônico

A variável relação massa seca de raiz/parte aérea da rúcula cresceu linearmente com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação (Figura 6), sendo registrada uma taxa de crescimento de 0,003% por dS m⁻¹; tal comportamento se deve à redução do acúmulo de massa seca pela parte aérea ter sido reduzida significativamente com o aumento da salinidade na solução; o mesmo ocorreu com o acúmulo de massa seca de raiz só que, de forma menos expressiva proporcionando, assim, um aumento significativo na relação raiz/parte aérea, constatando-se uma variação de 20% na relação da massa seca de raiz/parte aérea entre os níveis extremos do fator salinidade

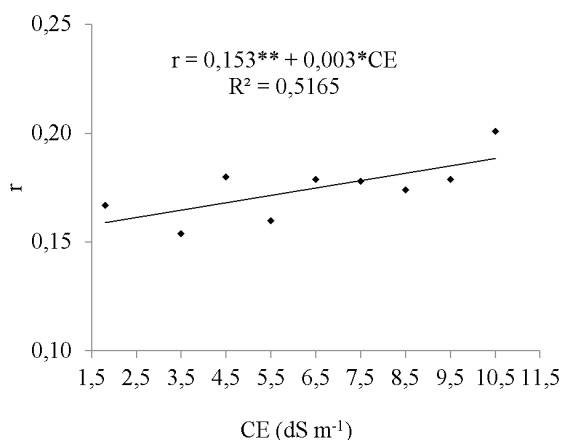


Figura 6. Relação da massa seca de raiz/parte aérea em função da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada no cultivo da rúcula em sistema hidropônico

confirmando, desta forma, que a raiz é afetada de maneira menos severa que a parte aérea; esta medida de relação é um parâmetro indicativo do grau de sensibilidade fisiológica das partes vegetais ao estresse salino.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Correia et al. (2005) que, estudando os efeitos da salinidade em plântulas de arroz verificaram que sempre que o nível salino se elevou, os valores da MSR/MSPA também aumentaram, sobretudo no maior nível de CE, em função da parte aérea ter sido mais afetada pelos tratamentos salinos que as raízes, o que denota sua maior sensibilidade aos sais.

A equação da reta que descreve a tolerância da rúcula à salinidade em sistema hidropônico NFT é mostrada na Figura 7. Pode-se observar que a salinidade limiar (SL) da cultura é 2,57 dS m⁻¹ sendo registrado um decréscimo relativo 5,57% na produtividade relativa por aumento unitário da CE acima da SL.

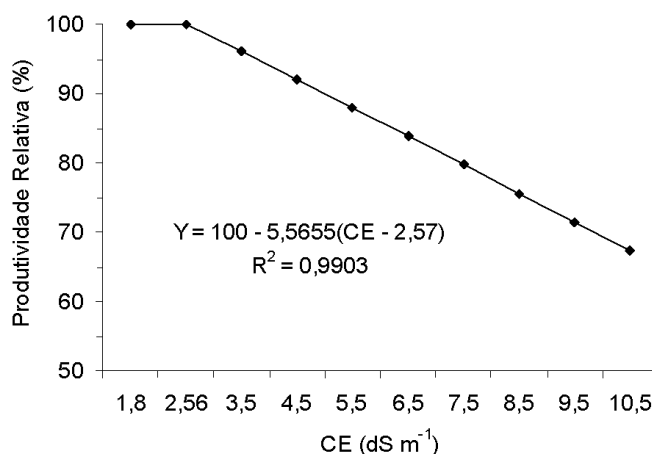


Figura 7. Produtividade relativa em função da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada no cultivo da rúcula em sistema hidropônico

Em condições hidropônicas semelhantes às do presente trabalho, Silva et al. (2011) verificaram queda de produção de matéria seca da parte aérea em plantas de rúcula, na ordem de 9,58% por dS m⁻¹ e salinidade limiar de 2,1 dS m⁻¹.

De acordo com Ayers & Westcot (1999) a cultura da rúcula é classificada moderadamente sensível à salinidade, nas condições estudadas.

Andriolo et al. (2005) avaliaram a produção de massa seca da parte aérea da alface (cv. Vera) em hidroponia utilizando cinco níveis de salinidade da solução nutritiva porém sem adição de cloreto de sódio. Os autores registraram salinidade limiar de 2,0 dS m⁻¹ e redução linear de 14,9% na produtividade relativa.

Tas et al. (2005) observaram redução no crescimento da parte aérea das plantas de alface quando aumentaram a salinidade da solução nutritiva (2,2 dS m⁻¹) mediante aplicação de NaCl e CaCl₂ (3,2 e 5,0 dS m⁻¹). Os autores obtiveram 76 e 62% de rendimento para os níveis crescentes de NaCl e 93% de rendimento para ambos os níveis de CaCl₂. Neste sentido, concluíram que para a alface a resposta à salinidade depende sobretudo do teor e do tipo de sais, mais do que do potencial osmótico na solução.

Tanto a massa seca da parte aérea quanto de raiz, foram reduzidas com incremento da salinidade mas esta redução não

Tabela 2. Partição da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) das quatro plantas de rúcula avaliadas por unidade amostral

CE (dS m ⁻¹)	MSPA (g)	MSPA (%)	MSR (g)	MSR (%)	MST (g)
1,8 (Testemunha)	14,00	86,15	2,25	13,85	16,25
3,5	13,75	85,94	2,25	14,06	16,00
4,5	13,25	84,13	2,50	15,87	15,75
5,5	12,00	85,71	2,00	14,29	14,00
6,5	10,25	83,67	2,00	16,33	12,25
7,5	12,00	84,21	2,25	15,79	14,25
8,5	11,00	84,62	2,00	15,38	13,00
9,5	10,25	83,67	2,00	16,33	12,25
10,5	8,50	85,00	1,50	15,00	10,00

se mostra muita marcante, em termos de partição percentual, ou seja, a influência do efeito salino não se mostra proporcional quando se compara a redução do acúmulo de massa entre parte aérea e raiz (Tabela 2).

Silva et al. (2011) verificaram, analisando o efeito da salinidade dos substratos de cultivo sob a matéria seca da rúcula, redução com o incremento da salinidade.

As alterações na distribuição percentual da massa seca, provocadas pelo estresse salino, são condizentes com o fato de que a salinidade, além de reduzir a produção de biomassa, pode também alterar a partição de fotoassimilados entre as diferentes partes das plantas (Silva et al., 2003). O acúmulo percentual de massa seca de raiz aumentou com o incremento da salinidade divergindo dos resultados encontrados por Souza et al. (2007) fato que se deve, provavelmente, à capacidade de adaptação ao estresse salino e aos mecanismos de tolerância do feijão caupi estudado por Silva et al. (2003), adaptações essas não verificadas para a cultura estudada no presente trabalho.

No entanto, quando se avalia isoladamente o acúmulo de massa em gramas, verifica-se efeito mais deletério na parte aérea; constata-se, ainda, que para o acúmulo de massa total houve uma redução de 38,5% entre os níveis extremos do fator salinidade.

Com base nesses resultados constata-se ser viável o cultivo comercial de rúcula em condições hidropônicas com água de até 2,57 dS m⁻¹ sem perdas de produtividade relativa sendo necessária uma avaliação específica das condições físicas e econômicas da região.

Conclusões

Com exceção da variável número de folhas e da relação da massa seca de raiz/parte aérea, todas as variáveis avaliadas foram afetadas negativamente pelo incremento do fator salinidade da solução nutritiva utilizada no cultivo da rúcula.

Em sistema hidropônico NFT a cultura da rúcula é classificada moderadamente sensível à salinidade.

É possível obter produções sem perda de rendimento relativo utilizando-se águas salinas no cultivo hidropônico da rúcula, até salinidade 2,75 dS m⁻¹.

Literatura Citada

Aktas, H.; Abak, K.; Cakmak, I. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. *Scientiae Horticulturae*, v.110, n.3, p.260-266, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2006.07.017>>.

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. <http://www.actahort.org/books/807/807_29.htm>. 13 Jan. 2013.

Andriolo, J. L.; Luz, G. L.; Witter, M. H.; Godoi, R. S.; Barros, G. T.; Bortolotto, O. C. Growth and yield of lettuce plants under salinity. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.4, p.931-934, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000400014>>.

Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, revisado 1).

Correia, K. G.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Gurgel, M. T.; Rodrigues, L. N. Crescimento do amendoinzeiro irrigado com águas salinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, suplemento, p.81-85, 2005. <http://www.agriambi.com.br/revista/suplemento/index_arquivos/PDF/081.pdf?script=sci_pdf%C0%03>. 13 Jan. 2013.

Dias, N. S.; Lima, F. A.; Silva, C. R.; Sousa Neto, O. N.; Gheyi, H. R. Use of reject brine from desalination on different development stages of hydroponic lettuce. *Revista Caatinga*, v.24, n.1, p.76-81, 2011. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1817/4656>>. 13 Jan. 2013.

Furlani, P. R.; Silveira, L. C. P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC, 1999. 52p. (IAC. Boletim Técnico, 180).

Maas, E. V.; Hoffman, G. J. Crop salt tolerance - current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, v.103, n.2, p.115-134, 1977. <<http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplay.cgi?7414>>. 13 Jan. 2013.

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, n.1, p.29-35, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000100006>>.

Rubio, J. S.; García-Sánchez, F.; Rubio, F.; Martínez, V. Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K⁺ and Ca²⁺ fertilization. *Scientia Horticulturae*, v.119, n.2, p.79-87, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2008.07.009>>.

Santos Junior, J. A.; Gheyi, H. R.; Guedes Filho, D. H.; Dias, N. S.; Soares, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.4, p.842-849, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000400004>>.

- 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. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1827/pdf>>. 13 Jan. 2013.
- Santos, R. S. S.; Sousa Neto, O. N.; Dias, N. S. Uso do rejeito da dessalinização no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.4, p.983-989, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000400026>>.
- Savvas, D.; Stamati, E.; Tsirogirogiannis, I. L.; Mantzos, N.; Barouchas, P. E.; Katsoulas, N.; Kittas, C. 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. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2007.05.001>>.
- Sentelhas, P. C. Estimativa diária de evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1998. 97p. Tese Doutorado.
- 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. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i1a929>>.
- Silva, J. V.; Lacerda, C. F.; Costa, P. H. A.; Enéas Filho, J.; Gomes Filho, E.; Prisco, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.15, n.2, p.99-105, 2003. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202003000200005>>.
- Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Duarte, S. N.; Melo, R. F.; Jorge, C. A.; Bonfim-Silva, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. *Irriga*, v.12, n.3, p.235-248, 2007. <<http://200.145.140.50/ojs1/include/getdoc.php?id=667&article=235>>. 13 Jan. 2013.
- Souza, R. A.; Lacerda, C. F.; Amaro Filho, J.; Hernandez, F. F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2, n.1, p.75-82, 2007. <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=83>>. 13 Jan. 2013.
- Tas, G.; Papadandonakis, N.; Savvas, D. Responses of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Longifolia) grown in a closed hydroponic system to NaCl- or CaCl₂- salinity. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, v.79, n.2, p.136-140, 2005.
- Yoshida, K. Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 94, n.6, p.585-590, 2002. <<http://dx.doi.org/10.1263/jbb.94.585>>.