

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.1, p.147-155, jan.-mar., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 929 - 03/05/2010 *Aprovado em 07/12/2010

DOI:10.5039/agraria.v6i1a929

Alexsandro O. da Silva¹

David J. R. da Silva¹

Tales M. Soares²

Ênio F. de F. e Silva^{1,3}

Alexandre N. dos Santos¹

Mário M. Rolim¹

Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido - PE e rejeito de dessalinizador

RESUMO

Esta pesquisa foi conduzida em casa de vegetação nas condições semiáridas do município de Ibimirim - PE para avaliar a produtividade da cultura da rúcula submetida a diferentes níveis de salinidade em cultivo hidropônico NFT utilizando água salina subterrânea e o rejeito da sua dessalinização. Seis níveis de salinidade da água (CEa: 0,2 1,2; 2,2; 3,2; 4,2; 5,2 dS m⁻¹) foram testados. Também foram avaliadas duas fontes de salinidade da água usada no preparo da solução nutritiva: águas artificialmente salinizadas com NaCl e águas naturalmente salobras de origem subterrânea (AS), obtidas de um poço tubular profundo e misturadas com o rejeito de sua dessalinização (osmose reversa). A água dessalinizada foi empregada para reposição das perdas por evapotranspiração (ETc). Não foram registradas diferenças entre as fontes de salinidade sobre o crescimento da rúcula. Por outro lado, o aumento da salinidade da água produziu um efeito negativo sobre a produção e a qualidade do produto. Sintomas de clorose e queima foliar foram verificados.

Palavras-chave: Água subterrânea, osmose reversa, salinidade.

Rocket production in NFT hydroponic system using brackish water from Brazilian Semiarid region and desalination reject brine

ABSTRACT

This study was carried out in a greenhouse under the semi-arid conditions of Ibimirim City in Pernambuco State (northeast Brazil) to evaluate rocket yield under different salinity levels in the NFT hydroponics cultivation using saline underground water and the tailing from its desalination. Six levels of water salinity (CEa: 0.2; 1.2; 2.2; 3.2; 4.2; 5.2 dS m⁻¹) were studied. Two water salinity sources used in the preparation of the nutritive solution were also evaluated: water artificially salinized with NaCl and brackish groundwater, obtained from a deep tubular well and mixed with its desalination tailing (reverse osmosis). Desalinated water was used to restore the evapotranspiration (ETc) losses. Differences between the salinity sources on rocket growth were not observed. On the other hand, the increase of water salinity produced a negative effect on rocket plants yield and quality. Chlorosis symptoms and burning of leaf edges were observed.

Key words: Groundwater water, reverse osmosis, salinity.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 3320-6246. Fax: (81) 3320-6276. E-mail:

alexsandro_oliveira01@hotmail.com;

david_james@ig.com.br; enio.silva@ufrpe.br;

alexandrens14@yahoo.com.br; rolim@ufrpe.br

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro

de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas

CCAAB, Núcleo de Engenharia de Água e Solo

(NEAS), CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil.

Fone: (75) 3621-2798. Fax: (75) 3621-5540. E-mail:

talesmiller@gmail.com

³ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água é condição fundamental para a existência de todo ser vivo e para uma agricultura sustentável. Entretanto, nem sempre é possível uma condição hídrica satisfatória em termos de quantidade e qualidade em certas regiões, como é o caso do semiárido brasileiro, devido às suas características de baixas precipitações pluviométricas, às elevadas taxas de evapotranspiração e à formação geológica (Costa et al., 2006; Melo et al., 2007). Contudo, evidencia-se o fracasso da agricultura de sequeiro principalmente em quase toda região do Nordeste onde a produção vegetal é limitada pela escassez de água. Dessa forma torna-se necessário que a pesquisa científica não somente auxilie as culturas e sistemas de produção mais importantes do país, como também os demais agricultores (Soares, 2007), devendo-se encontrar soluções para o uso adequado e racional da água além de fontes alternativas deste recurso, pois, considerando o aumento progressivo da população mundial, o consumo de água será ainda maior na agricultura (Soares et al., 2007).

Uma saída a esse problema seria o abastecimento hídrico utilizando reservas de água subterrâneas; porém, em uma grande parte da região semiárida brasileira, essas águas apresentam características químicas desfavoráveis tanto ao consumo humano quanto para o desenvolvimento de culturas agrícolas (Andrade Júnior et al., 2006; Oliveira et al., 2007). Uma das soluções utilizadas para o uso dessas águas é a dessalinização por osmose reversa. Esse processo, comumente utilizado em programas de abastecimento de água em comunidades difusas no semiárido nordestino, proporciona a obtenção de água em condições adequadas para o consumo humano (Porto et al., 2001). Entretanto, o rejeito deste processo, quando descartado de forma inadequada, possui grande potencial para causar impactos ao meio ambiente, entre eles a salinização do solo (Garcia et al., 2008).

Uma alternativa produtiva que tem sido indicada para o aproveitamento de águas salobras e do rejeito da dessalinização é a hidroponia tipo NFT (Soares, 2007; Santos, 2009). Os autores anteriormente citados indicam esta técnica por ela proporcionar melhores condições de desenvolvimento às plantas, sendo esta melhoria favorável à minimização dos efeitos adversos causados pela salinidade sobre os vegetais. Também possui vantagens como economia no uso de água, de adubos e do espaço de cultivo, resultando ainda em produtos de boa qualidade. Essa técnica é a mais utilizada no cultivo hidropônico de hortaliças folhosas no Brasil, porém não é tão difundida na Região Nordeste do país.

A rúcula é uma hortaliça herbácea anual consumida principalmente nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo considerada moderadamente sensível à salinidade, de acordo com estudos realizados por Silva (2009), cultivando a rúcula em sistema hidropônico NFT nas condições climáticas de Piracicaba – SP, e Silva et al. (2006) cultivando a rúcula em vasos com solos salinizados artificialmente.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade da cultura da rúcula submetida a diferentes níveis de salinidade em cultivo hidropônico NFT utilizando água salina subterrânea e o rejeito da sua dessalinização.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido no município de Ibimirim-PE, na Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó, situada em sua maior parte no Estado de Pernambuco e localizada entre as latitudes 7°52'21" N e 9°19'03" S e longitudes de 36°57'49" e 38°14'41" W. A unidade piloto de reuso de rejeitos de dessalinizadores foi instalada na localidade de Poço do Boi, zona rural do município de Ibimirim-PE, nas coordenadas geográficas de 08°25'25" S e 37°36'23" W. O poço utilizado é tubular com 54 metros de profundidade e vazão de 3.500 L h⁻¹, sendo equipado com moto-bomba trifásica submersa. A água apresenta sólidos totais dissolvidos entre 1.000 e 2.000 mg L⁻¹ para os períodos chuvosos e secos, respectivamente.

O experimento foi realizado em casa de vegetação comercial, com cobertura em arco, apresentando as seguintes dimensões: 7,0 m de largura, 24,0 m de comprimento, 4,0 m de pé direito nas laterais e 5,5 m no vão central. As paredes laterais e frontais foram confeccionadas com telas, possuindo um rodapé de 20 cm. A cobertura consiste de filme de polietileno de baixa densidade, com 0,10mm de espessura, tratada contra a ação de raios ultravioletas.

Foi confeccionada uma estrutura de hidroponia composta por 48 parcelas. Cada parcela representa um sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) semelhante à descrita por Soares et. al (2009), contendo um reservatório plástico com capacidade para 60 litros de solução nutritiva e uma eletrobomba de circulação de 220 V, com potência de 32 W. A estrutura possui os perfis hidropônicos em polipropileno com aditivo anti-ultravioleta de tamanho médio, diâmetro comercial de 75 mm, comprimento de 2,8 m e orifícios de 2,5 cm de raio espaçados de 30 cm. Na estrutura hidropônica, os perfis foram instalados a uma altura média de 0,85m, possuindo quatro pontos de apoio e uma inclinação de 3,3%, para promover o escoamento e a drenagem da solução.

Uma tubulação de PVC conduz a solução nutritiva bombeada do reservatório até a parte mais alta da bancada, de onde a solução é injetada no perfil hidropônico. A solução injetada percorre o perfil em declive, sendo a gravidade a única força motriz. A diferença de nível entre a eletrobomba e o sistema injetor é de 0,76 m. A eletrobomba de circulação funciona de forma 'afogada', sendo sua vazão dependente da altura de recalque requerida e também da lâmina mantida no reservatório. As parcelas foram montadas duas a duas sobre traves de madeira, ficando os perfis espaçados em 0,70 m. Entre os pares de parcelas, foi deixado um corredor de 1,0 m de largura para facilitar o trânsito e a operacionalidade. A largura do corredor e o espaçamento entre os perfis foram também projetados para evitar a competição entre plantas pertencentes a tratamentos distintos. Não foram utilizados perfis como bordadura. Os reservatórios de solução nutritiva foram apoiados em tábuas à mesma cota, visando evitar a influência do desnível do terreno sobre a vazão das eletrobombas.

O sistema injetor foi composto por um emissor que sai da tubulação e se prolonga por mangueira flexível até o perfil hidropônico, apresentando vazão média de 1,3 litros por

minuto. O excedente não injetado no perfil voltava ao reservatório mediante tubulação de PVC, em cuja extremidade há um joelho de 90° visando favorecer a aeração da solução nutritiva. Também foram montados sistemas de abastecimentos automáticos individualizados para cada parcela, construídos com tubulações de PVC de seção contínua e diâmetro de 150 mm, permitindo que a água seguisse automaticamente para o reservatório de solução nutritiva mediante uma torneira-bóia. A rede elétrica foi dimensionada para operar todas as 48 parcelas simultaneamente. No painel de controle foi montado um temporizador digital, programável em intervalos mínimos de até 1 minuto, sendo efetivada uma programação para acionar o sistema de 15 em 15 minutos durante o dia e 5 minutos a cada hora a noite. Todas as estruturas seguiram o modelo descrito por Soares et al. (2009).

O cultivo da rúcula foi iniciado no dia 07/01/2009 com a semeadura da rúcula em placas de espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm). Sementes de rúcula foram semeadas em orifícios circulares. Antes da perfuração dos orifícios circulares, as placas de espuma fenólica foram lavadas abundantemente com água corrente para isentar o meio de substâncias contaminantes. Após a semeadura, as placas foram mantidas em ambiente escuro por cerca de 36 horas. Após este período, as placas foram transferidas para a casa de vegetação e as células da espuma foram individualizadas e colocadas no berçário. Até a primeira semana, as mudas foram irrigadas apenas com água doce (0,12 dS.m⁻¹). A partir desse período passaram a ser irrigadas com solução nutritiva não diluída (2 dS m⁻¹), adotando a solução proposta por Furlani et al.(1999). O berçário é constituído de uma bancada em madeira, com telhas onduladas de fibra-cimento, revestidas com telhas plásticas transparente. A bancada tem inclinação de 3% e é abastecida por um reservatório de 60 L, de onde uma eletrobomba de circulação bombeia solução nutritiva até uma tubulação de PVC perfurada, a qual injeta a solução nutritiva na parte mais alta da bancada, que retorna ao reservatório pela força da gravidade.

Cultivo

Diariamente após homogeneização da solução nutritiva reservada foram realizadas leituras de temperatura, pH e condutividade elétrica (CE). O pH da solução foi ajustado mediante adição de KOH 1N ou HNO₃ 1N visando mantê-lo na faixa de 5,5 a 6,5. Apesar da capacidade para 60 L, o reservatório de solução nutritiva, mediante a torneira-bóia, reservou 45 L, correspondentes a uma disponibilidade de aproximadamente 4,5 L por planta. Teixeira (1996) indica empregar de 1,5 a 2,0 L por planta, enquanto Furlani et al.(1999) indica um limite mínimo de 0,5 a 1 L. Optou-se por usar 4,5 L por maço para garantir a vazão mínima necessária aos canais, que é dependente da altura de água armazenada, e minimizar o aquecimento da solução que tende a ser maior com menores volumes.

As mudas de rúcula foram transplantadas para os perfis em 24/01/2009, das 16:00 h às 18:00 h. Foram transplantadas 10 mudas por cada orifício do perfil hidropônico. Dessas plantas, as duas da extremidade foram consideradas bordadura. As mudas transplantadas foram previamente selecionadas de

acordo com o tamanho e vigor. Foram avaliados posteriormente o consumo hídrico e outros aspectos das plantas, como crescimento durante todos os dias após transplântio (DAT) até o final do ciclo.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente aleatorizado em um fatorial 6x2, com quatro repetições. Sendo analisados seis níveis crescentes de salinidade da água (CEa), quais sejam: 0,2; 1,2; 2,2; 3,2; 4,2 e 5,2 dS m⁻¹ de condutividade elétrica da água e duas fontes de sais: NaCl e águas salinas (AS) provenientes de poços tubulares e do processo de dessalinização. Os tratamentos da interação foram aleatorizados nas 48 parcelas controladas em quatro blocos divididos na casa-de-vegetação. Para a primeira fonte, os níveis de salinidade foram obtidos mediante a adição de NaCl à água dessalinizada (0,2 dS m⁻¹) e para a segunda fonte, os níveis de salinidade requeridos foram produzidos mediante a utilização combinada das seguintes águas: água natural de um poço tubular profundo (3,51 dS m⁻¹); água do rejeito (6,69 dS m⁻¹) da dessalinização da água natural.

As águas dessalinizada e residuárias da dessalinização foram combinadas em volumes proporcionais à obtenção dos níveis de salinidade, visando simular diferentes qualidades químicas da água para uma mesma proporção de espécies de sais. Para ambas as fontes de salinidade, os níveis de salinidade da solução nutritiva foram mantidos constantes. Para isso, a reposição do volume consumido pelas plantas foi feita com água dessalinizada em todos os tratamentos da interação. A manutenção da salinidade constante para cada tratamento é um requisito em estudos de tolerância à salinidade. Desde seu transplântio, as plantas foram avaliadas para a detecção visual de sintomas, sejam de toxidez, sejam de deficiências nutricionais decorrentes dos desequilíbrios provocados pelos sais.

A análise de crescimento foi feita mediante medidas de número de folhas e altura das plantas. Ao final do ciclo no dia 14/02/2009, (22 DAT), as plantas foram colhidas, separadas em parte aéreas e raízes e pesadas em balança de precisão (0,01 g), para obtenção da massa de matéria fresca de um maço de 10 plantas. A parte aérea e as raízes foram submetidas à pré-secagem e, posteriormente, levadas à estufa com circulação de ar à temperatura de 70°C durante 96 horas, para obtenção das respectivas massas de matéria seca, também por meio de pesagem. Utilizando as médias das produções, em termos de massa de matéria seca da parte aérea, foram determinadas para cada nível de salinidade as produções relativas e as perdas percentuais com base na produção obtida com a água de salinidade proveniente apenas dos fertilizantes aplicados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da solução nutritiva durante o período de estudo ficou entre 25,4 e 32°C (Figura 1), ultrapassando o limite máximo para temperatura da solução nutritiva

recomendado por Alberoni (1998), qual seja 30°C. O mesmo autor recomenda como o ideal para hortaliças, temperaturas do ar de 18 a 24°C no período mais quente e de 10 a 16°C para os períodos mais frios. No presente estudo, a temperatura do ar em ambiente protegido oscilou entre 10,1 e 59,2°C para as temperaturas mínimas e máximas, e as mínimas entre 10,1 e 23,6°C e as máximas entre 40 e 59,2°C.

Condições adversas de temperatura do ar e da solução nutritiva podem influenciar na resposta das culturas à salinidade. Nesse sentido, os resultados de crescimento e rendimento da rúcula apresentados no presente trabalho podem refletir não a idealidade das condições de contorno para essa cultura, mas sim a situação real para a produção no semiárido nordestino.

O pH da solução foi mantido no intervalo de 5,5 a 6,5 ao longo de todo o ciclo para ambas as fontes de sais, quais sejam água salobra de origem subterrânea (AS) e água salobra produzida com cloreto de sódio (NaCl) (Figura 2). Esse é um aspecto importante, pois Santos (2009) trabalhando com as mesmas águas salobras de origem subterrânea, e dentro da

mesma unidade experimental, registrou ao longo de seu experimento pH acima de 8,0 para águas salobras (AS) devido a presença dos ânions CO_3^{2-} e HCO_3^- tendo dificuldade em manter o pH na faixa ideal, uma vez que a presença de carbonatos e bicarbonatos nessas águas conferiam poder tampão, com tendência a manter alcalina a solução nutritiva. Por sua vez, o pH de soluções salinas preparadas com NaCl é pouco variável.

Nesse sentido, enquanto Santos (2009) obteve menor rendimento da alface quando submetida à salinidade pelas águas subterrâneas ricas em carbonatos, em comparação com águas salinizadas por NaCl, no presente trabalho, as eventuais diferenças entre as produções da rúcula obtidas com essas mesmas fontes de salinidade não devem ser explicadas exclusivamente pelos efeitos das fontes de salinidade sobre o pH.

A condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) para ambas as fontes de salinidades (AS e NaCl) permaneceram praticamente constantes ao longo de todo o ciclo da rúcula (Figura 3), o que era esperado já que a reposição da água consumida foi feita com água dessalinizada por intermédio dos abastecedores automáticos instalados. Observou-se uma tendência à diminuição da salinidade apenas ao final do ciclo. Isso foi atribuído ao consumo dos nutrientes pelas plantas, sem as suas devidas reposição. Durante o experimento não se procurou corrigir a salinidade da solução nutritiva, tendo em vista a elevada disponibilidade de solução nutritiva.

De maneira geral, o controle local em blocos não foi necessário. A interação dos fatores fonte de salinidade e níveis de salinidade da água não foi significativa. A fonte de sais somente influenciou significativamente na MSPA (massa seca da parte aérea) aos 16 DAT (dias após transplante). Já os níveis de salinidade foram altamente significativos para todas as variáveis de crescimento da rúcula hidropônica, à exceção do número de folhas (Tabela 1). A abordagem que se segue trata da análise de regressão aplicada às variáveis de crescimento em função da salinidade da água, dentro de cada uma das fontes de salinidade estudadas.

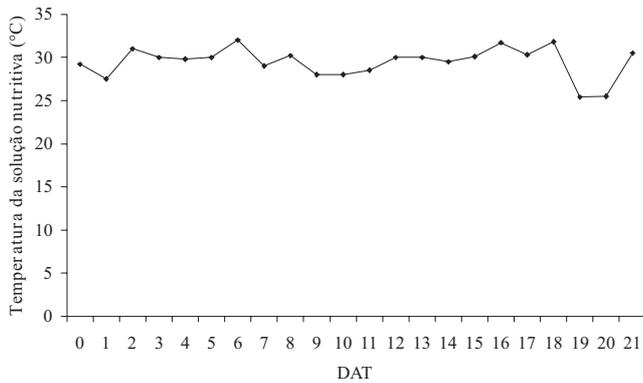


Figura 1. Temperatura da solução nutritiva ao longo do ciclo de cultivo da rúcula

Figure 1. Temperature of the nutrient solution during the cultivation cycle of the rocket

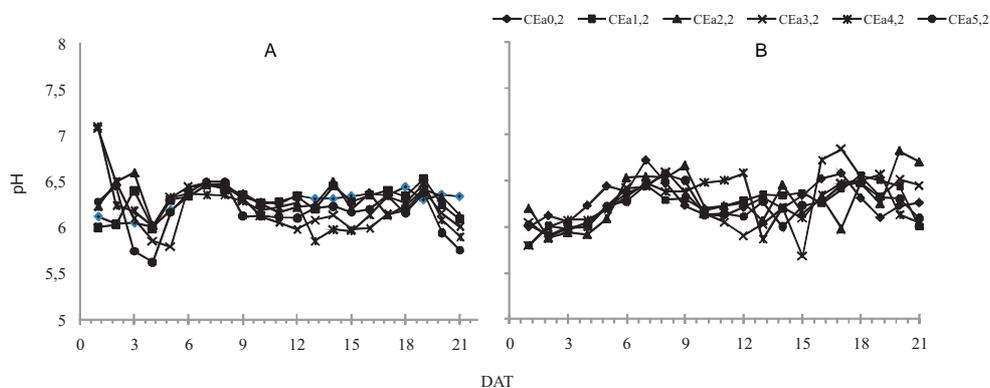


Figura 2. Variação do pH da solução nutritiva ao longo do ciclo da rúcula em função dos níveis de salinidade da água (CEa) provocados por AS (A) e por NaCl (B)

Figure 2. pH variation of the nutrient solution during the rocket cycle as a function of the levels of water salinity (CEa) caused by AS (A) and NaCl (B)

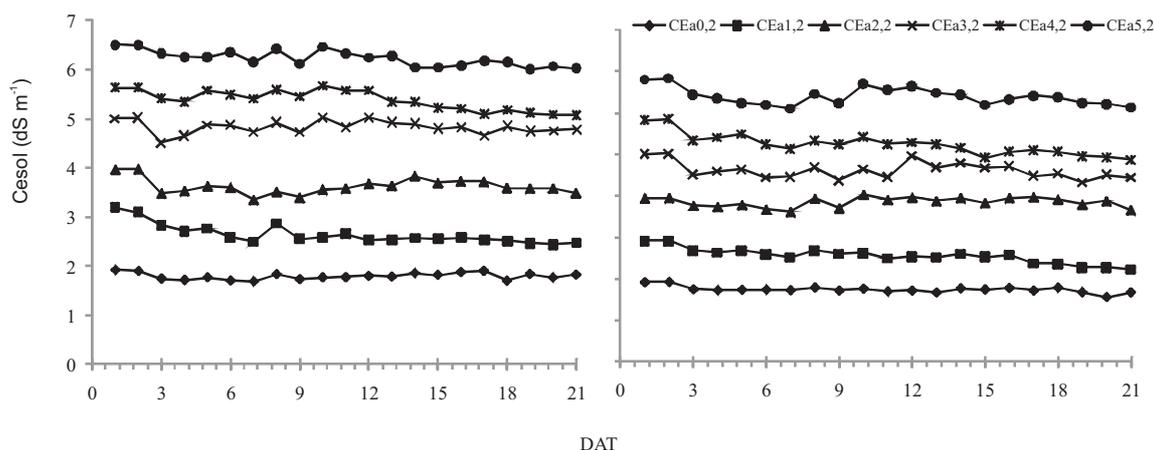


Figura 3. Variação da salinidade da solução nutritiva (CEsol) ao longo do ciclo da rúcula em função dos níveis de salinidade da água (CEa) provocados por AS (A) e por NaCl (B)

Figure 3. Salinity variation of the nutrient solution (CEsol) during the rocket cycle as a function of the levels of water salinity (CEa) caused by AS (A) and NaCl (B)

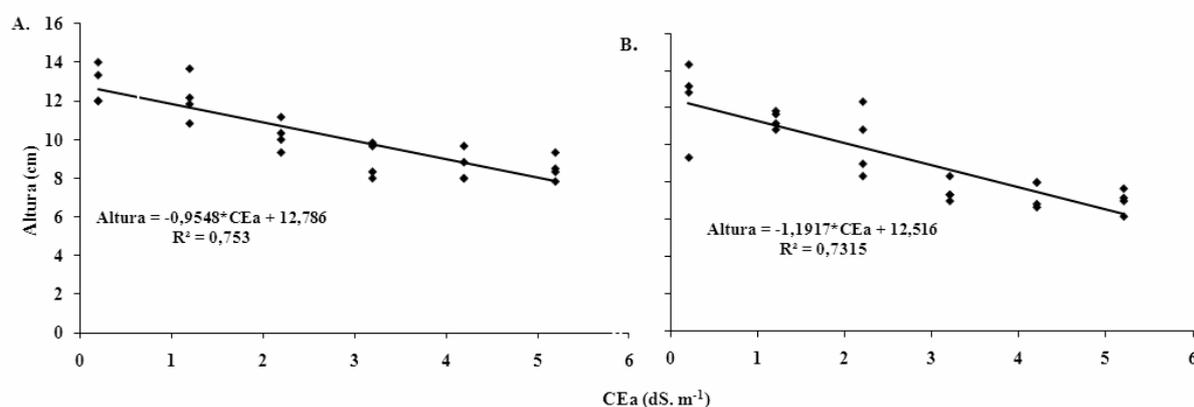


Figura 4. Altura de plantas de rúcula aos 22 DAT em função da salinidade da água (CEa) de origem subterrânea (A) e provocada por NaCl (B).

Figure 4. Rocket plants height 22 DAT as a function of the to water salinity (CEa) from the groundwater (A) and induced by NaCl (B)

Enquanto o número de folhas da rúcula não foi alterado pelo aumento da salinidade da solução nutritiva, a altura das plantas foi altamente influenciada, sendo reduzida em 9,5 e 7,4% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (Figura 4), para as fontes NaCl e AS, respectivamente.

A altura das plantas de rúcula, mesmo com o tratamento controle isento de salinidade, está abaixo do padrão do mercado, que segundo Trani et al. (1994) varia de 18 a 22 cm. O acúmulo de massa de matéria fresca e seca da parte aérea da rúcula foi reduzido linearmente com o aumento da salinidade da água usada para o preparo da solução nutritiva. Aos 16 DAT, para a fonte de salinidade NaCl, foi registrada redução na matéria fresca da parte aérea de $13,3\% (\text{dS m}^{-1})^{-1}$, enquanto para a fonte AS a redução percentual foi de $13,8\% (\text{dS m}^{-1})^{-1}$ (Figura 5). A ordem dessas reduções foi mantida na

matéria fresca da parte aérea aos 22 DAT, quando para a fonte NaCl, registrou-se $12,8\% (\text{dS m}^{-1})^{-1}$, e para AS $13,2\% (\text{dS m}^{-1})^{-1}$ (Figura 6), ocorrendo tendência similar para a matéria seca da parte aérea aos 22 DAT, com decréscimos de 12,7% para a fonte NaCl e 13,1% para AS (Figura 7). Silva (2009) cultivando a rúcula em sistema hidropônico NFT em Piracicaba observou decréscimo na produção de 5,57% para cada aumento unitário na salinidade enquanto Silva et al. (2006) obtiveram um decréscimo na produção desta folhosa com salinidade em solo de 10,26% acima do nível salino de 2,1 (dS m^{-1}) por incremento da salinidade.

Além das perdas quantitativas decorrentes do aumento da salinidade da água, também foram registradas perdas qualitativas que não permitiram se considerar a produção de massa de matéria fresca como o rendimento da rúcula.

Tabela 1. Resultado da análise de variância para as variáveis de crescimento da rúcula

Table 1. Variance analysis result for the growth variables of the rocket

Causa de variação	GL	MFPA16 DAT	MFPA22 DAT	MSPA16 DAT	MSPA22 DAT	NF22 DAT	ALT22 DAT
-----PR > F-----							
Bloco	3	0,8020	0,1152	0,6589	0,0484	0,6756	0,6006
Fonte	1	0,0947	0,1115	0,0428	0,0660	0,2916	0,2042
CEa	5	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,6398	<,0001
Fonte*CEa	5	0,9489	0,9521	0,9254	0,9421	0,4213	0,5399

MFPA = massa fresca da parte aérea, MSPA = massa seca da parte aérea, NF = número de folhas, ALT = altura da plantas

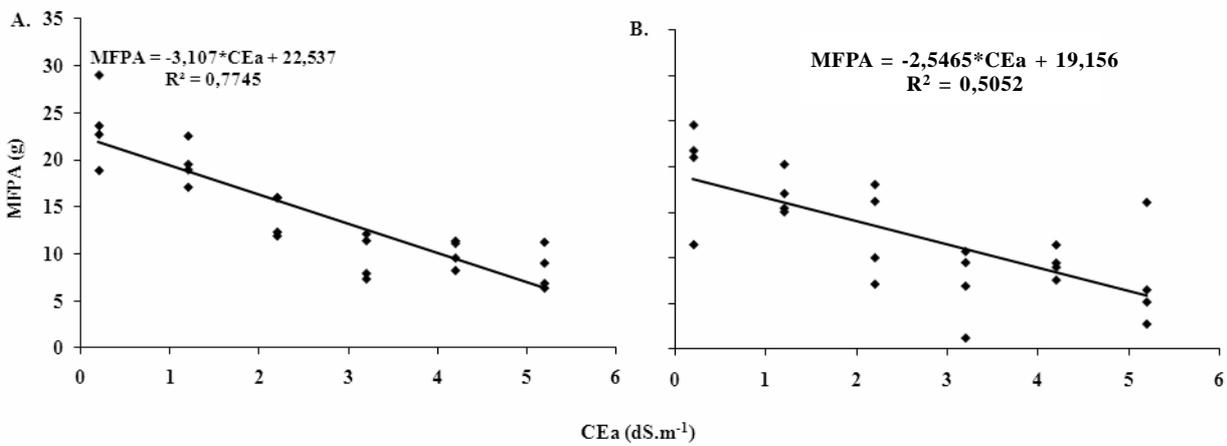


Figura 5. Massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) da rúcula aos 16 DAT em função da salinidade da água (CEa) de origem subterrânea (A) e provocada por NaCl (B)

Figure 5. Fresh mass of the rocket shoot (FMAP) 16 DAT as a function of the water salinity (CEa) from groundwater (A) and induced by NaCl (B)

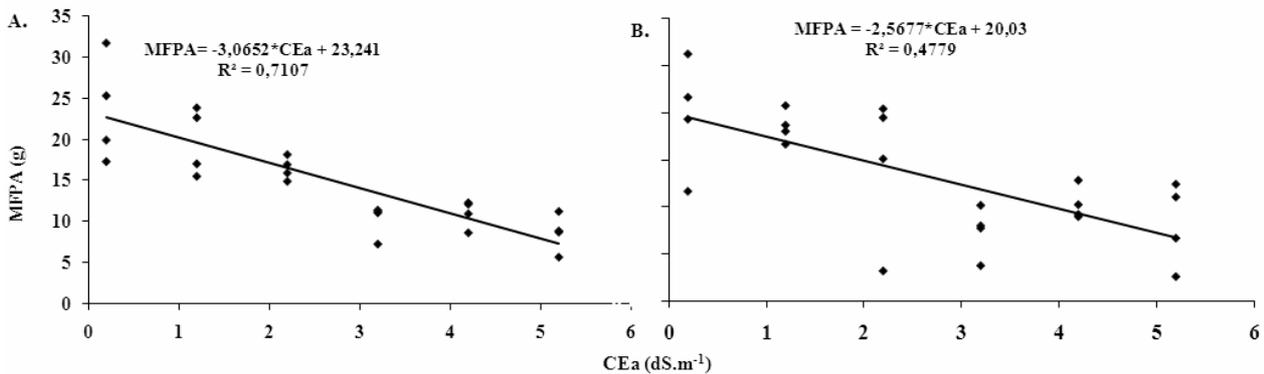


Figura 6. Massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) da rúcula aos 22 DAT em função da salinidade da água (CEa) de origem subterrânea (A) e provocada por NaCl (B)

Figure 6. Fresh mass of the rocket shoot (FMAP) 22 DAT as a function of the water salinity (CEa) from groundwater (A) and induced by NaCl (B)

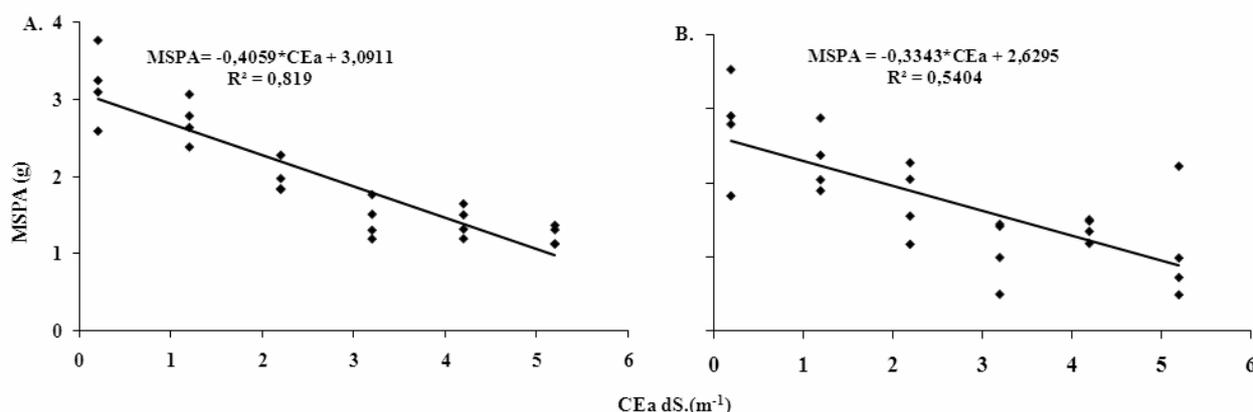


Figura 7. Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) de 10 plantas de rúcula aos 22 DAT em função da salinidade da água (CEa) de origem subterrânea (A) e provocada por NaCl (B)

Figure 7. Dry mass of the shoot (MSPA) from 10 rocket plants 22 DAT a function of water salinity (CEa) from the groundwater (right) and induced by NaCl (left)



Figura 8. Clorose nas bordas foliares de plantas submetidas às águas com NaCl (A) e planta assintomática (B)

Figure 8. Chlorosis on the leaves edges of plants submitted to water with NaCl (A) and asymptomatic plant (B)

Trabalhando com níveis de salinidade da água em cultivos hidropônicos de alface, outros autores (Soares, 2007; Santos, 2009), apesar de reportarem alguns sintomas, puderam considerar a produção de massa fresca como o rendimento, pois esses sintomas foram apenas o nanismo e a presença de folhas mais verde-escuras e menos tenras, com eventual queima em uma tênue faixa da borda foliar.

Desde seu transplântio, as plantas de rúcula foram avaliadas para a detecção visual de sintomas (Tabela 2), sejam de toxidez ou de deficiências nutricionais decorrentes dos desequilíbrios provocados pelos sais. Até o 12 DAT, de maneira geral, não foram registrados sintomas dentre as plantas submetidas à salinidade de origem subterrânea (AS). Por outro lado, as plantas submetidas aos maiores níveis de salinidade por NaCl apresentaram sintomas de clorose. A partir

daí, foi observado que plantas submetidas aos maiores níveis de salinidade, independentemente da fonte de sais, apresentaram folhas cloróticas e, eventualmente, queima das bordas foliares. Os sintomas produzidos pela fonte AS foram menos intensos do que os registrados dentro da fonte NaCl. Mas, para ambas as fontes, não foram detectados sintomas nas plantas submetidas à salinidade de 1,2 dS m⁻¹, cujo aspecto se assemelhava aos das plantas do tratamento controle (CEa = 0,2 dS m⁻¹). A clorose (Figura 8) foi o sintoma mais aparente nas plantas, apresentando-se nas suas bordas com maior predominância, sobretudo nos níveis de salinidades mais elevados (CEa = 4,2 e 5,2 dS m⁻¹).

De acordo com os resultados apresentados, a redução da produção de massa de matéria fresca da parte aérea da rúcula submetida para as fontes AS e NaCl, os níveis de salinidade

Tabela 2. Resultado da análise visual de sintomas das plantas submetidas aos diferentes níveis de salinidade de água**Table 2.** Result from the visual analysis of the symptoms of plants submitted to different levels of water salinity

Tratamento	DAT						Tratamento	DAT					
	3	9	12	15	18	22		3	9	12	15	18	22
AS CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 0,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 0,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 0,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 0,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 1,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 1,2	N	N	N	N	QB	QB
AS CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 1,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 1,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 2,2	N	N	N	N	CL	CL	NaCl CEa 2,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 2,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 2,2	N	N	N	QB	QB	QB
AS CEa 2,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 2,2	N	N	N	QB	QB	QB
AS CEa 2,2	N	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 2,2	N	N	N	N	QB	QB
AS CEa 3,2	N	N	N	N	CL	CL	NaCl CEa 3,2	QB	QB	QB	QB	QB	QB
AS CEa 3,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 3,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 3,2	N	QB	QB	QB	QB	QB	NaCl CEa 3,2	QB	QB	QB	QB +CL	QB+CL	QB+CL
AS CEa 3,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 3,2	N	N	N	QB	QB	QB
AS CEa 4,2	N	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 4,2	N	CL	CL	CL +QB	CL+QB	CL+QB
AS CEa 4,2	N	N	N	CL	CL+QB	CL+QB	NaCl CEa 4,2	N	N	N	CL	CL+QB	CL+QB
AS CEa 4,2	N	N	N	CL+QB	CL+QB	CL+QB	NaCl CEa 4,2	N	N	QB	QB+CL	QB+CL	QB+CL
AS CEa 4,2	N	N	N	CL+QB	CL+QB	CL+QB	NaCl CEa 4,2	N	N	N	N	QB	QB
AS CEa 5,2	N	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 5,2	N	CL	CL	CL +QB	CL+QB	CL+QB
AS CEa 5,2	N	N	N	CL+QB	CL+QB	CL+QB	NaCl CEa 5,2	N	CL	CL	CL+QB	CL+QB	CL+QB
AS CEa 5,2	CL	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 5,2	CL	CL	CL	CL	CL	CL
AS CEa 5,2	N	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 5,2	N	N	CL	CL	CL	CL

N = sem sintomas aparentes; QB = queimadura aparente das bordas; CL = clorose das folhas

apresentaram semelhanças entre si. Em hipótese, esperava-se o efeito de maior prejuízo por NaCl, por ser um sal constituído por dois íons que podem causar toxidez e reduções moderadas pelas águas salobras naturais (AS). As elevadas temperaturas registradas em Poço do Boi (Ibimirim-PE) fugiram da condição ideal de cultivo dessa hortaliça.

CONCLUSÕES

Não houve efeito das fontes de salinidade (águas salobras de origem subterrânea e águas salobras por NaCl) sobre a produção da rúcula hidropônica cultivada no sistema NFT;

Houve um decréscimo da produtividade e na qualidade da rúcula hidropônica em função do incremento da salinidade da água empregada no preparo da solução nutritiva.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/CT_Hidro, a FACEPE e ao INCT em Salinidade/CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa e às bolsas de pesquisa dos autores.

LITERATURA CITADA

- Alberoni, R.B. Hidroponia. São Paulo: Nobel, 1998. 102 p.
- Andrade Junior, A.S.; Silva, E.F.F.; Bastos, E.A.; Melo, F.B.; Leal, C.M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.4, p.873-880, 2006.
- Crossref
- Costa, A.M.B.; Melo, J.G.; Silva, F.M. Aspectos da salinização das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. Águas Subterrâneas, v. 20, n. 1, p. 67-82, 2006.
- Furlani, P. R.; Silveira, L.C.P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC, 1999. 52 p. (IAC. Boletim Técnico, 180).
- Garcia, G.O.; Martins Filho, S.; Reis, E.F.; Moraes, W.B.; Nazário, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. Revista Ciências Agrônômicas, v.39, n.1, p.7-18, 2008.
- Melo, J.G.; Medeiros, A.B.; Vasconcelos, M.B.; Castro, V.L.L. Aspectos hidrogeoquímicos e classes de água do aquífero cárstico jandaíra para irrigação, Barauna, RN. Águas Subterrâneas, v.21, n.1, p.9-21, 2007.
- Oliveira, B.C.; Cardoso, M.A.A.; Oliveira, J.C.; Oliveira, F.A.;

- Cavalcante, L.F. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.1, p.11-16, 2007. [Crossref](#)
- Porto, E.R.; Amorim, M.C.C. de; Silva Júnior, L.G.A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.111-114, 2001. [Crossref](#)
- Santos, A.N. Rendimento e avaliação nutricional do cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema NFT no semi-árido brasileiro utilizando águas salobras. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. 133p. Dissertação Mestrado.
- 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.
- Soares, T.M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT com alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, 2007. 272p. Tese Doutorado.
- Soares, T.M.; Duarte, S.N.; Silva, E.F.F.; Mélo, R.F.; Jorge, C.A.; Oliveira, A.S. Experimental structure for evaluation of brackish water use in lettuce hydroponic production. *Irriga*, v.14, n.1, p.102-114, 2009.
- 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.
- Teixeira, N.T. Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas. Editora Agropecuária: Guaíba, 1996. 86p.
- 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.