

## Rejeito salino e solução nutritiva em alface cultivada em sistema hidropônico

Dimas Paiva de Moraes; Artur Leônio Maia Fernandes; Nildo da Silva Dias; Christiano Rebouças Cosme; Osvaldo Nogueira de Souza Neto

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas. Aven. Francisco Mota, 572, Costa e Silva,. CEP 59625-900, Mossoró, RN, Brasil. E-mails: [dimas\\_paiva@hotmail.com](mailto:dimas_paiva@hotmail.com); [arthurleonio\\_2012@hotmail.com](mailto:arthurleonio_2012@hotmail.com); [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br); [christianoreboucas@hotmail.com](mailto:christianoreboucas@hotmail.com); [neto2006osvaldo@hotmail.com](mailto:neto2006osvaldo@hotmail.com).

**Resumo:** A dessalinização das águas salobras é uma alternativa de desenvolvimento regional no semiárido brasileiro; entretanto, é necessário que se considerem os riscos ambientais decorrentes, isto porque, na dessalinização da água se gera, além da água potável, um rejeito altamente salino e de poder poluente elevado. A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada em Mossoró-RN, objetivando-se o uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva, sobre a produção da alface (*Lactuca sativa* L., cv. Vera) cultivada em sistema hidropônico alternativo. As plantas foram nutridas com solução preparada com água de abastecimento, água de rejeito coletada no dessalinizador e da sua diluição com água de abastecimento a 75, 50 e 25%, resultando em condutividades elétricas da solução nutritiva (CE<sub>s</sub>) de 1,1; 3,2; 5,67; 8,6 e 10,75 dS m<sup>-1</sup> após as diluições e adição de sais fertilizantes. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com 5 tratamentos (salinidade da solução nutritiva) e quatro repetições. A salinidade da solução nutritiva reduziu em 6,64% a produção de matéria seca da alface, cv. Vera, por cada incremento unitário acima de 1,73 dS m<sup>-1</sup>. O rejeito da dessalinização da água pode ser usado para produção de alface em sistema hidropônico na proporção de 23% em solução nutritiva.

**Palavras chave:** *Lactuca sativa* L., Salinidade, Água de rejeito.

## Reject brine desalination and nutrient solution to lettuce growth in hydroponic system

**Abstract:** The brackish water desalination it's an option for the development of semiarid zone, but it is necessary to consider the consequent environmental risks, because in desalination process, besides the potable water a reject with high salinity and pollutant is also generated. This green house research study was carried out at the Universidade Federal Rural do Semi-Árido, located in Mossoro-RN, aiming to evaluate the use brine from brackish water desalination in nutrient solution on lettuce production (*Lactuca sativa* L., cv. Vera) in alternative hydroponic system. Plants nitrides with tap water, brine from desalination plant, and its dilution with tap water at 75, 50 and 25%, giving a range of electrical conductivities of the nutrient solution (ECs) of 1.1, 3.2, 5.67, 8.6 and 10.75dS m<sup>-1</sup> after the dilutions and fertilizers addition. Randomized blocks design was used with 5 treatments (salinity levels of the nutrient solutions) and four replications. The salinity of the nutrient solution reduces the marketable yield of lettuce, cv. 'Vera', of 6.64% for each unitary increase of salinity above 1.73 dS m<sup>-1</sup>. Brine from brackish water desalination may be used for lettuce under hydroponics up to concentration of 23% in the nutrient solution.

**Key words:** *Lactuca sativa* L., Salinity, Water waste.

## Introdução

No semiárido brasileiro em função dos baixos índices pluviométricos e a consequente escassez de águas superficiais é comum o uso de água subterrânea para o consumo humano e irrigação, sendo esta prática feita por meio de investimentos públicos/privados na perfuração de poços. Porém, em virtude dessas fontes hídricas apresentarem problemas de salinidade, estas águas têm seu uso restrito ao consumo humano (AYERS & WESTCOT, 1999).

A dessalinização por osmose reversa se apresenta como um tratamento eficaz e bastante utilizado para reduzir a salinidade dessas águas (PORTO et al., 2001). Entretanto, faz-se necessário considerar os riscos ambientais que envolvem esse procedimento, pois, além de água potável, esse tratamento gera uma água residuária (rejeito, concentrado ou salmoura) altamente salina com riscos elevados de provocar contaminação ambiental (DIAS et al., 2011a). Por exemplo, em Mossoró/RN, muitas comunidades rurais atendidas por essa tecnologia fazem a deposição do rejeito salino diretamente ao solo e, quando este é usado na irrigação de culturas, não há quaisquer fundamentações técnico-científicas, o que implica em salinização de seus solos.

Neste contexto, a hidroponia aparece como uma boa alternativa (SOARES et al., 2007) devido à ausência do potencial matricial nesse sistema de cultivo, o que eleva o potencial total de água (energia livre), facilitando assim, a sua absorção pelas plantas (CARDOSO & KLAR, 2009). Logo, se o cultivo for feito usando-se águas salobras em solos, quando o potencial matricial do solo for somado ao potencial osmótico da água tem-se então um acréscimo na diminuição de seu potencial total (SANTOS et al., 2012), o que significa menos disponibilidade para as plantas.

Quanto ao sistema convencional de cultivo, ou seja, em solo, quando se faz uso da irrigação, há uma tendência natural de elevação de sua salinidade ao longo dos períodos de cultivo, compreendendo um dos grandes entraves da agricultura irrigada mundial (AYERS & WESTCOT, 1999). É importante ressaltar que isso não se deve somente ao emprego de águas salobras na irrigação, também acontece quando se faz uso de água doce em condições de má

drenagem dos solos e manejo incorreto da irrigação (ALVES et al., 2011).

Com relação à tolerância à salinidade, a alface é moderadamente sensível quando cultivada em solos de textura média, conforme classificação de Ayers & Westcot (1999). Entretanto os autores evidenciam que esta tolerância varia entre espécies e cultivares de uma mesma espécie, condições climáticas, sistema de cultivos, propriedades físicas do solo ou tipo de substrato, fertilidade do solo ou da solução nutritiva, manejo da irrigação. Deste modo, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que considerem estas condições de contorno com a finalidade de definir a tolerância das culturas à salinidade, principalmente em relação à seleção de cultivares tolerante e aos sistemas de cultivos.

No que se refere aos sistemas de cultivos, estudos realizados sobre a tolerância de várias espécies à salinidade em sistema hidropônico de cultivo têm demonstrado que, mediante manejos adequados da água e das práticas de cultivo, pode-se produzir comercialmente com água salina (CARUSO & VILLARI, 2004; SAVVAS et al., 2007; AL-KARAKI et al., 2009). Neste sentido, espera-se que em sistemas hidropônicos, os cultivos, sobretudo os 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 tem sido implantado as estações de tratamento.

Sendo assim, conduziu-se o presente trabalho com os objetivos de avaliar os efeitos do uso do rejeito da dessalinização da água salobra em diferentes proporções na solução nutritiva para o cultivo de alface, visando à indicação do mesmo em sistema hidropônico para esta cultura.

## Material e métodos

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN (5° 11' S, 37° 20' W e 18 m) no período de Maio de 2010 a Julho de 2010. Segundo a classificação de Köppen, o bioclima

da região é do tipo BSw<sup>h</sup>, ou seja, quente com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono. A precipitação média anual é de 825 mm, sendo os meses de Março e Abril os mais chuvosos. A temperatura média anual de 27,4 °C, com média das máximas igual a 33,3 °C e das mínimas 22,6 °C. A insolação média é de 236 horas mensais e a umidade relativa média é de 68,9% (CARMO FILHO, ESPÍNOLA SOBRINHO & MAIA NETO, 1991).

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos correspondentes a cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva ( $CE_s$ ). As soluções foram preparadas com água de abastecimento ( $T_1$ ); com água de rejeito coletada após a dessalinização da água salobra por osmose reversa ( $T_5$ ) e com água de rejeito salino diluída em água de abastecimento nas proporções de 75, 50 e 25% ( $T_2$ ,  $T_3$  e  $T_4$ ), respectivamente.

O rejeito salino foi coletado da estação de tratamento da água salina por dessalinização na comunidade de Boa fé, Mossoró, RN com condutividade elétrica de ( $CE_a$ ) igual a 9 dS  $m^{-1}$ , enquanto a  $CE$  da água de abastecimento foi de 0,52 dS  $m^{-1}$ . A  $CE_s$  dos tratamentos  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  e  $T_5$  foram 1,1; 3,2; 5,67; 8,6 e 10,75 dS  $m^{-1}$ , respectivamente.

As quantidades de sais fertilizantes da solução nutritivas seguiram a recomendação de Furlani (1999), porém, estas foram preparadas com as misturas de rejeito salino e água de abastecimento descrito anteriormente, as quais são (por 100 L de solução): 50 g nitrato de cálcio, 37 g nitrato de potássio, 14 g de MAP, 27 g sulfato de magnésio e 6 g de Quelatec para atender as necessidades nutricionais da cultura durante o ciclo. As mudas de alface foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células preenchidas com fibra de coco, as quais flutuavam em solução nutritiva na mesa de germinação.

Cada parcela experimental foi constituída de uma bancada de aço com 0,64  $m^2$ , 1,90 m de altura contendo um sistema hidropônico composto de 6 vasos plásticos de 3,0 L, cujas bases eram perfuradas e conectadas a microtubos, possibilitando a ligação individual a um reservatório coletor de solução nutritiva (um balde plástico com capacidade de 12 L), constituindo o sistema de drenagem. Cada vaso

teve a sua base forrada por uma tela e, em seguida, preenchida com 10 cm de sílica (quartzo moído) na camada inferior e de 10 cm de substrato de fibra de coco na camada superior. As parcelas experimentais foram alocadas em ambiente protegido do tipo capela com pé direito de 3,0 m, 12,0 m de comprimento e 16,0 m de largura, coberta com filme de polietileno de baixa densidade com aditivo antiultravioleta e espessura de 150 micras, protegida nas laterais com malha negra.

A semeadura foi realizada no dia 5 de Maio de 2009, colocando-se três sementes por célula, a uma profundidade de 0,5 cm, cobrindo-as com uma fina camada do substrato de fibra de coco. O desbaste foi realizado 16 dias após a semeadura, mantendo-se somente a plântula mais vigorosa. O transplante das mudas foi realizado logo após o desbaste, quando apresentaram 5 a 6 cm de altura e 5 folhas definitivas com emissão da sexta folha, transplantando-se aleatoriamente uma planta por vaso.

Diariamente, ao final da tarde, a solução nutritiva era drenada dos vasos para o coletor, sendo esta prática realizada por gravidade, ou seja, baixando o reservatório em nível menor que os vasos.

Na manhã seguinte, a solução nutritiva era retornada para os vasos, elevando o reservatório coletor a um nível maior do que os vasos. O procedimento de drenagem era repetido ao meio dia, visando à oxigenação do sistema.

A colheita foi realizada aos 24 dias após o transplante, sendo coletada uma planta por unidade experimental para a realização das análises de produção, as quais são: a) números de folhas (NF), determinado pela contagem de folhas verde maiores de 3,0 cm de comprimento, desprezando-se as amareladas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta, b) a massa fresca da parte aérea (MFPA), estimada por pesagem da planta imediatamente após a colheita, em balança digital de precisão, todas as plantas das parcelas úteis, expressa em gramas, c) a massa seca da parte aérea (MSPA), realizada após secagem da matéria fresca em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante, expresso em gramas e d) a área foliar (AF), utilizando o integrador de área foliar, modelo LI-3100 da Licor.

A tolerância à salinidade da cultivar de alface estudada foi estimada pela razão entre os

valores obtidos de MFPA em cada nível de salinidade e a obtida no menor nível de salinidade (água de abastecimento).

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e de regressão linear utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

### Resultados e discussão

De acordo com a análise de variância das variáveis estudadas (Tabela 1), a salinidade da solução nutritiva no cultivo hidropônico da alface influenciou significativamente ( $P < 0,01$ ) para todas as variáveis estudadas, exceto para o número de folhas.

Com relação à perda de rendimento relativo, o número de folhas da alface foi reduzida

significativamente com o incremento da salinidade da solução nutritiva (Figura 1A), apresentando taxa de redução de 3,69% por incremento unitário acima da salinidade limiar de  $0,33 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 1B). Outros estudos com salinidade no cultivo hidropônico da alface também registram reduções no número de folhas em função da salinidade, embora com taxas de reduções e salinidades limites diferentes do presente estudo. Dias et al. (2011a) registraram perdas relativas no NF de 4,28% por  $\text{dS m}^{-1}$ , enquanto que Soares et al. (2007) observaram perdas de 4,08% por  $\text{dS m}^{-1}$  no cultivo hidropônico de alface crespa (cv. Verônica). Tal diferença está relacionada, provavelmente, a variação genética das cultivares estudada quando à tolerância aos sais da solução nutritiva.

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância da variável número de folhas (NF), área foliar (AF), matéria fresca da parte aérea (MFPA), e matéria seca da parte aérea (MSPA).

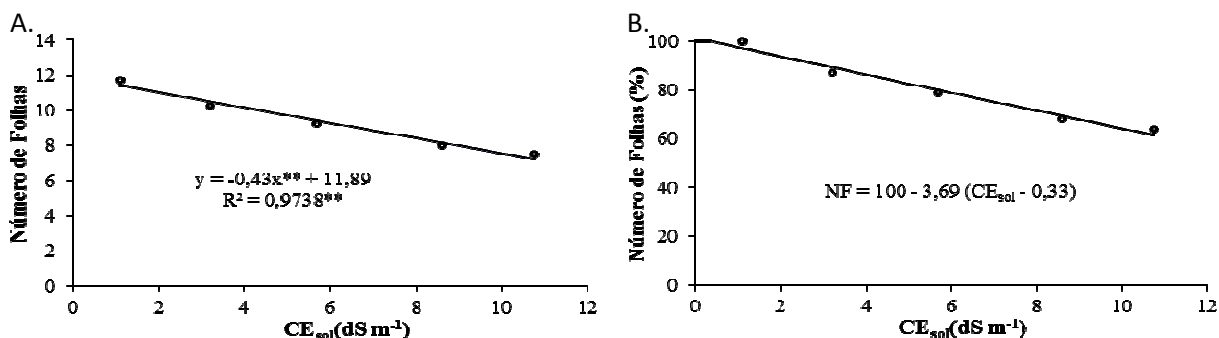
FV	GL	QM			
		NF	AF	MFPA	MSPA
Bloco	3	3,65 <sup>ns</sup>	101605,78**	212,40**	2,62*
Tratamento	4	11,83**	229126,30**	611,82**	4,16**
Linear	1	46,06**	906493,71**	2422,14**	15,42**
Quadrático	1	1,08 <sup>ns</sup>	7565,80 <sup>ns</sup>	7,86 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
Erro	12	1,52	13900,2	53,31	0,74
Total	19				
C.V. (%)		13,21	17,14	21,44	26,65

Sob condições de deficiência hídrica induzida pelo efeito osmótico (seca fisiológica) é comum alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, como medida de manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração; dentre as mudanças morfológicas, destaca-se a redução do tamanho e do número de folhas, como constatado neste estudo (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Observou-se que o tratamento T<sub>3</sub>

(50% AR e CE=  $5,67 \text{ dS m}^{-1}$ ) causou redução de 21,28% no número de folhas em relação ao tratamento testemunha (Figura 1B), revelando que, apesar da perdas e considerando as condições adotadas, sobretudo quanto à salinidade, a água de rejeito salino pode ser usada para produção vegetal, evitando a sua deposição no solo e, possíveis contaminações ambientais.

**Figura 1** – Número de folhas absoluto (A) e relativo (B) da alface em sistema hidropônico em função da salinidade da solução nutritiva ( $CE_s$ ).



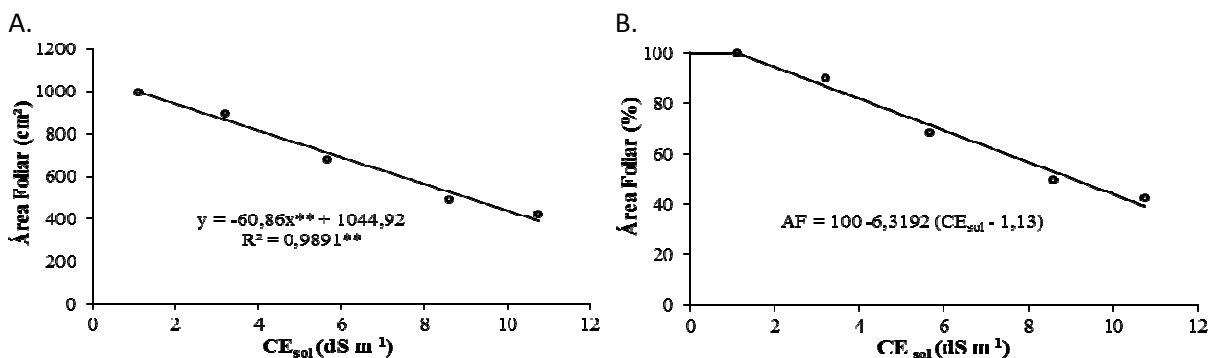
Com relação à área foliar da alface (Figura 2), verificou-se resposta linear decrescente com o aumento da salinidade da solução nutritiva, sendo registrado uma taxa de redução relativa de 6,32% por  $dS\ m^{-1}$  (Figura 2B). Reportando-se a este fato, Dias et al. (2011b) analisaram duas cultivares de alface (Verônica e Quatro Estações) cultivadas em substrato de fibra de coco, concluindo que a área foliar reduziu com o incremento da salinidade da solução nutritiva. O decréscimo da área foliar decorre, provavelmente, da diminuição do volume de células e, além disso, as reduções de área foliar e de fotossíntese contribuem, de certo modo, para adaptação da cultura ao meio salino, uma vez que a redução da área foliar da planta permitirá a conservação de água pela menor área transpiratória das plantas, constituindo um mecanismo de sobrevivência (SULTANA et al., 2002).

Para Kerbauy (2004) o efeito da redução na absorção de água pelas plantas em função do estresse salino é a principal causa da perda relativa do número de folhas e da área foliar e, conseqüentemente, do menor acúmulo de matéria seca.

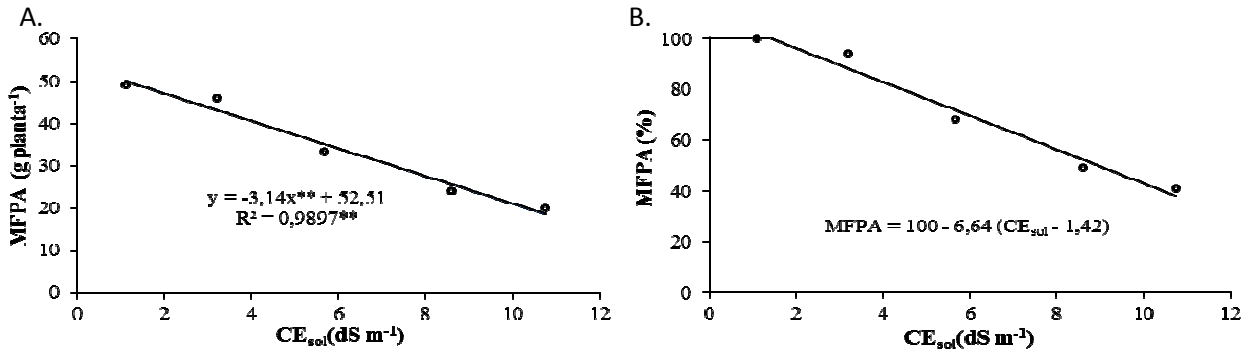
De acordo com a Figura 3, verifica-se uma relação estreita entre a matéria fresca da parte aérea e a salinidade da solução nutritiva, havendo redução de 6,64% por incremento unitário a partir da salinidade limiar de  $1,42\ dS\ m^{-1}$ . De acordo com os resultados apresentados na Figura 3B, a adição de aproximadamente 11,2% de rejeito salino à água de abastecimento para preparar a solução nutritiva da alface (cv. Vera) em sistema hidropônico de cultivo não reduz a massa de matéria fresca da parte aérea.

Com relação à matéria seca da parte aérea (MSPA), verificou-se redução significativa da massa de matéria seca por aumento unitário da salinidade da solução nutritiva. Foi observada uma menor perda de MSPA em relação à perda de MFPA 5,74 e 6,64% por  $dS\ m^{-1}$  para a MSPA e MFPA, respectivamente. Além disso, observou-se que a adição de até 23%, aproximadamente, de rejeito salino à água de abastecimento para o preparo da solução nutritiva não altera o rendimento relativo de MSPA da alface, sendo que, acima deste valor, ocorrem perdas de 5,74% de MSPA por incremento unitário da CE da solução nutritiva (Figura 4B).

**Figura 2** – Área foliar absoluta (A) e relativa (B) da alface em sistema hidropônico em função da salinidade da solução nutritiva ( $CE_s$ ).



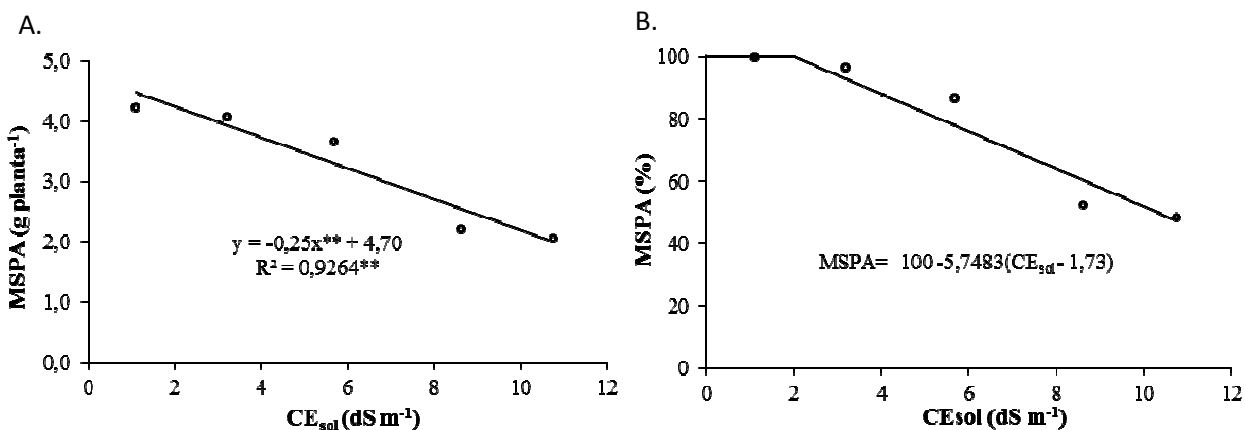
**Figura 3** - Matéria fresca da parte aérea (MFPA) absoluto (A) e relativo (B) da alface em sistema hidropônico em função da salinidade da solução nutritiva ( $CE_s$ ).



Considerando a inexistência de sintomas que pudessem depreciar o preço de venda, a própria massa de matéria fresca da alface foi assumida neste estudo como produtividade comercial, dentro da perspectiva climática e estrategista de mercado local/regional em que foi conduzida a experimentação. Pois, consideramos que, em função das condições de clima de Mossoró que são marcadas por elevadas temperaturas anuais e pela diferença expressiva

entre a máxima e a mínima registradas durante o dia, a cultivar de alface Vera pode apresentar resultados (massa fresca da parte aérea) abaixo dos que são obtidos em outras regiões do País. E nesta região é comum o produtor de alface fazer a junção de duas plantas para compor o pacote a ser comercializado, o que tende assim a aproximar do valor (peso) comercializado em outras regiões brasileiras.

**Figura 4** - Matéria seca da parte aérea (MSPA) absoluto (A) e relativo (B) da alface em sistema hidropônico em função da salinidade da solução nutritiva ( $CE_s$ )



**Conclusões**

O incremento da salinidade da solução nutritiva com a adição de rejeito salino reduz a área foliar e a massa de matéria seca da alface

hidropônica (cv. Vera) com perdas relativas acima de 6% por  $dS m^{-1}$ .

O rejeito da dessalinização da água salobra ( $9 dS m^{-1}$ ) pode ser usado para produção de alface em sistema hidropônico na proporção

de até 23% em solução nutritiva sem comprometer o rendimento relativo de MSPA.

### Referências

- AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of soilless grown bell pepper cultivars to salinity. *Acta Horticulturae*, v.807, n.1, p.227-232, 2009.
- ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J.P.; OLIVEIRA, M. L. A.; VITAL, P.S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- CARDOSO, G.G.G.; KLAR, A.E. Potenciais de água no solo na produção de alface. *Irriga*, v.4, n.1, p.170-179, 2009.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados meteorológicos de Mossoró** (janeiro de 1989 a dezembro de 1990). Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1991. 110p. (Coleção Mossoroense, Série 630 C).
- CARUSO, G.; VILLARI, G. Effect of EC-level and plant shading on the NFT-grown "Friariello Pepper". *Acta Horticulturae*, v.659, n.2, p.576-585, 2004.
- DIAS, N. S.; NETO, O. N. S.; COSME, C. R.; JALES, A. G. O.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.10, p.991-995, 2011a.
- DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; NETO, O. N. S.; 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*, Viçosa, v.58, n.5, p.632-637, 2011b.
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras UFV, 2000. 66p.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. 1999. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo – IAC, 1999. 52p. (Boletim técnico, 180).
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2004, 452p.
- 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.
- SAVVAS, D.; STAMATI, E.; TSIROGIANNIS, I.L.; MANTZOS, N.; BAROUCHAS, P.E.; KATSOUHAS, 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.
- SANTOS, P. O.; SANTOS, S. N.; OLIVEIRA, L. K. X.; ROQUE, M. R. A. Monitoramento de micro-organismos em cultivo comercial de alface hidropônica. *Magistra*, Cruz das Almas, BA, v.24, n.3, p.204-209, 2012.
- SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BOMFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. *Irriga*, Botucatu, v.12, n.2, p.235-248, 2007.
- SULTANA, N.; KEDA, T.; KASHEM, M. A. Effect of seawater on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Photosynthetica*, v.40, n.1, p.115-119, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p

Recebido em: 24/07/2013

Aceito em: 16/04/2014