

## **EFEITO DA SALINIDADE SOBRE A EFICIÊNCIA PRODUTIVA DO USO DA ÁGUA EM COUVE-FOLHA HIDROPÔNICA**

D. A. Cerqueira<sup>1</sup>, P. C. Viana<sup>2</sup>, A. H. P. Ferreira<sup>3</sup>, M. G. F. da Paz<sup>4</sup>,  
T. M. Soares<sup>5</sup>, T. A. D. Oliveira<sup>6</sup>

**RESUMO:** Em virtude da necessidade de alternativas para o emprego de águas salobras na agricultura, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar os efeitos do uso de águas salobras no preparo da solução nutritiva e na reposição da evapotranspiração no cultivo de couve-folha c.v. 'Top Bunch', em sistema hidropônico NFT, sobre a eficiência de uso da água com base na produção de matéria fresca das folhas de couve ( $EUA_{MFF}$ ). O experimento foi conduzido em blocos casualizados com sete repetições, totalizando 42 parcelas, sendo avaliados seis níveis de condutividade elétrica da água (CEa), quais sejam: 0,3; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0  $dS\ m^{-1}$ , obtidos pela adição de NaCl à água doce local, sendo o nível de 0,3  $dS\ m^{-1}$  o tratamento controle. A salinidade da água imprimiu efeito significativo positivo sobre a  $EUA_{MFF}$  nos períodos de 15 e 45 dias após o transplântio (DAT), indicando que o impacto da salinidade da água nesses períodos foi maior para o volume consumido do que para a produção de matéria fresca das folhas, o incremento da salinidade da água não promoveu diferença significativa na  $EUA_{MFF}$  aos 30 e 60 DAT, os efeitos dos sais sobre a  $EUA_{MFF}$  só foram percebidos a partir da quinta colheita de folhas realizada aos 75 DAT.

**PALAVRAS-CHAVE:** cultivo sem solo, cultivo protegido, estresse salino

## **EFFECT OF SALINITY ON THE PRODUCTIVE EFFICIENCY OF THE USE OF WATER IN HYDROPONIC CABBAGE**

**ABSTRACT:** Due to the need of alternatives for the use of brackish water in agriculture, this work was developed with the objective of studying the effects of the use of brackish water in the preparation of the nutrient solution and in the replacement of evapotranspiration in the cultivation of cabbage leaf c.v. 'Top Bunch', in hydroponic system NFT, on the efficiency of

<sup>1</sup> Acadêmica em Licenciatura em Biologia, UFRB, Caixa Postal 118, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 847-5519. Email: danubialaves19@outlook.com;

<sup>2</sup> Doutoranda, NEAS/CCAAB/UFRB. Cruz das Almas-Bahia. Email: paulinhatmgm@hotmail.com;

<sup>3</sup> Acadêmico em Agronomia, UFRB-Cruz das Almas-Bahia. Email: afonsohenriqueferreira@gmail.com;

<sup>4</sup> Acadêmica em Agronomia, UFRB-Cruz das Almas-Bahia. Email: manolagfpaz@gmail.com;

<sup>5</sup> Prof. Doutor, NEAS/CCAAB/UFRB, Cruz das Almas-Bahia. Email: talesmiller@gmail.com;

<sup>6</sup> Acadêmica em Agronomia, UFRB-Cruz das Almas-Bahia. Email: taiseoliveira85@gmail.com.

water use based on fresh matter production of cabbage leaves (EUAMFF). The experiment was conducted in randomized blocks with seven replications, totaling 42 plots, being evaluated six levels of water electrical conductivity (CEa), which are: 0.3; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 and 5.0 dS m<sup>-1</sup>, obtained by the addition of NaCl to the local fresh water, the level of 0.3 dS m<sup>-1</sup> being the control treatment. The salinity of the water had a significant positive effect on EUAMFF in the periods of 15 and 45 days after transplanting (DAT), indicating that the impact of water salinity in these periods was higher for the volume consumed than for the production of fresh matter Leaves, the increase in water salinity did not promote a significant difference in EUAMFF at 30 and 60 DAT, the effects of the salts on the EUAMFF were only perceived from the fifth harvest of leaves performed at 75 DAT.

**KEYWORDS:** soilless, protected cultivation, saline stress

## INTRODUÇÃO

O estudo do efeito da salinidade sobre os cultivos hortícolas, apresenta um crescente interesse devido a gradual deterioração da qualidade da água de irrigação. A disponibilidade de informações que ajude o manejo dos cultivos sob condições salinas é relativamente sucinta, daí a necessidade de se desenvolver estudos que direcione o produtor a fazer o uso racional dos recursos hídricos bem como impulse o aproveitamento de fontes alternativas de água na agricultura.

A salinidade é um dos fatores mais importantes que limitam o crescimento e a produção de frutos de várias culturas hortícolas (Savvas et al., 2007; Azarmi et al., 2010; Carillo et al., 2011; Zeinolabedin, 2012). A salinização continua a aumentar, particularmente nas regiões áridas e semiáridas (Yokas et al., 2008; Abu-Khadejeh et al., 2012). O acúmulo de sais na rizosfera pode limitar a absorção de água, causar desequilíbrio iônico e afetar o crescimento das plantas (Iqbal et al., 2014). Os sais têm um grande efeito sobre as relações hídricas das plantas, o estresse osmótico reduz tanto o consumo de nutrientes como de água.

Na produção, em ambiente protegido, especialmente em cultivos hidropônicos em substrato, que requer alta aplicação de fertilizantes, muitas vezes a planta não absorve todos os nutrientes, tendendo a concentrar os sais no substrato (Ludwing et al., 2013), todavia, é evidente que os sistemas hidropônicos possuem vantagens concretas, esses sistemas permitem um bom controle do crescimento e desenvolvimento das plantas e está atualmente em prática em todo o

mundo, o que pode resultar em maiores rendimentos (Jones, 2008; Libia et al., 2012), melhor uso de fertilizantes e maior controle na nutrição das plantas.

Existem vários indicadores de eficiência do uso da água (Pereira et al., 2012). Dentre eles podem-se citar a produtividade da água da cultura (PAC), a produtividade econômica da água (PEA) e a eficiência do uso de nutrientes (EUN). A PAC considera a capacidade conversão da água em biomassa da cultura (Di Paolo e Rinaldi, 2008).

A utilização de indicadores da eficiência do uso de água (EUA) é uma das formas de se analisar a resposta dos cultivos às diferentes condições de disponibilidade de água, pois relaciona a produção de biomassa seca ou a produção comercial com a quantidade de água aplicada ou evapotranspirada pela cultura (LIU e STUZEL, 2004; PUPPALA et al., 2005).

Se tratando da cultura da couve-folha, a literatura existente não oferece informações pertinentes sobre o assunto, embora a cultura tenha se destacado entre as demais hortaliças folhosas que estão em expansão no mercado.

Segundo Silva et al. (2007), a couve-folha (*Brassica oleracea var. acephala*) é uma folhosa de grande importância na tradição culinária brasileira e que apresenta alto valor nutricional, sendo rica em ferro, cálcio, vitamina A e ácido ascórbico. Portanto, seria interessante poder diversificar a oferta de hortaliças folhosas hidropônicas, potencializando o uso de recursos considerados por muitos sem utilidade como é o caso das águas salobras, através do desenvolvimento de novas técnicas de cultivo, que venham a agregar valor ao produto, sendo a hidroponia uma ótima alternativa.

Diante do exposto, objetiva-se com esse estudo avaliar a eficiência do uso da água da cultura da couve-folha hidropônica produzida com uso exclusivo de águas salobras.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido de 19/05/2016 a 30/09/2016 nas dependências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pertencente a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas, Bahia, cujas coordenadas geográficas são 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste e altitude de 225 m. Segundo a classificação de Köppen (1948), com a então modificação proposta por Alvares et al. (2013), o clima é tipo tropical quente e úmido (Af), em que, praticamente não há estação seca. A precipitação média é de 1224 mm por ano, com média anual da umidade relativa do ar acima de 82%.

O consumo hídrico por planta foi obtido a partir de sistemas de abastecimento automático individualizados, montados em cada parcela e construídos com tubulação de PVC de seção contínua e diâmetro de 0,2 m, com capacidade de 20L. Este tipo de sistema permite a saída automática de água para o reservatório de solução nutritiva mediante uma torneira-boia, possibilitando a manutenção do volume contido naquele. O depósito de abastecimento é dotado de uma régua graduada, fixada junto a uma mangueira transparente, o que permitiu o cálculo do volume consumido por planta num dado período.

O experimento foi conduzido em blocos aleatorizados, com 7 repetições, sendo os tratamentos formados por diferentes níveis de salinidade da água, quais sejam: 0,3; 1,0; 2,0; 3,0, 4,0 e 5,0  $\text{dS m}^{-1}$  produzidos pela adição de NaCl à água doce local, totalizando 42 parcelas. O nível 0,3  $\text{dS m}^{-1}$  refere-se à testemunha, ou seja, água sem adição artificial de sais. A água salobra foi usada tanto para o preparo da solução nutritiva quanto para a reposição das perdas por evaporação, havendo um crescimento contínuo da salinidade ao longo do tempo. Após adição dos nutrientes, essas águas produziram soluções nutritivas hidropônicas com CESOL de 2,3; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 e 7,0  $\text{dS m}^{-1}$  respectivamente.

A cultura utilizada foi a couve-folha (*Brassica oleracea L. var. acephala*), adotando-se a cultivar ‘Top Bunch’ da SAKATA. As mudas foram irrigadas inicialmente apenas com água doce e, do oitavo dia após a semeadura (DAS) até o décimo quarto DAS, com solução nutritiva padrão diluída a 50%; a partir daí foram irrigadas com solução nutritiva a 100% segundo a formulação de FURLANI et al. (1998), a qual é indicada para hortaliças folhosas, sendo caracterizada com condutividade elétrica (CE) ao redor de 2  $\text{dS m}^{-1}$  quando composta a partir de água com baixa salinidade ( $\text{CE} < 0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ). O transplântio das mudas para as calhas do sistema NFT, ocorreu 28 DAS, momento em que se iniciaram os tratamentos.

A evolução da salinidade nos tratamentos foi acompanhada com medições periódicas na própria calha do sistema hidropônico NFT através de condutímetro portátil a cada 2 dias, com a mesma frequência, avaliou-se o pH. Caso o pH estivesse fora da faixa ideal para a cultura (5,5-6,5), a correção era realizada com a aplicação de ácido ou solução alcalina. Caso a CE da solução (CEsol) do tratamento controle fosse reduzida em 0,5  $\text{dS m}^{-1}$ , a correção era feita mediante aplicação de nutrientes para todos os tratamentos.

A eficiência do uso da água (EUA) foi determinada pela relação entre a produção com base na massa de matéria fresca das plantas de couve-folha e o volume consumido nos períodos de 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 DAT Eq. (1):

$$EUA = \frac{MASSA_{MFF}}{CH_{ACUM}} \quad (1)$$

Em que:

EUA - eficiência do uso da água, g L<sup>-1</sup>;

MASSA<sub>MFF</sub> - massa de matéria fresca das folhas de plantas de couve, g;

CH<sub>ACUM</sub> - consumo hídrico acumulado por período, L.

A partir dos dados obtidos em cada planta das 42 parcelas hidropônicas foram obtidas as médias de cada uma para todas as variáveis de interesse. Os dados das variáveis de interesse foram tabulados e previamente processados no Microsoft Excel 2007, sendo a análise estatística executada no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se tem a intenção de focar o uso da água como um componente produtivo e econômico, substitui-se a biomassa pelo rendimento em gramas de produto por litros de água utilizado, ou seja, o uso eficiente da água. Com base nisso, observou-se através da análise de variância e de regressão que a salinidade da água não influenciou na eficiência do uso da água com base na matéria fresca (EUAMFF) das folhas de couve hidropônica aos 30 e 60 DAT (Tabela 1) com uma média de 31,97 e 14,89 g.L<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 1B e 1D). Já para os períodos de 15, 45, 75, 90 e 105, a CEa promoveu efeito significativo (p<0,05) na EUAMFF (Tabela 1).

A salinidade da água imprimiu efeito significativo positivo sobre a EUAMFF nos períodos de 15 e 45 dias após o transplante (DAT), a eficiência do uso da água com base na massa de matéria fresca das folhas de couve hidropônica cresceu linearmente em função dos níveis de salinidade da água, com aumento de 47,1 e 14,8% aos 15 e 45 DAT respectivamente, do maior nível salino em relação a testemunha (Figura 1A e 1C), indicando que o impacto da salinidade da água nesses períodos foi maior para o volume consumido do que para a produção de matéria fresca das folhas, corroborando com o que foi reportado por Silva Filho et al. (2014) com hortelã em hidroponia NFT, que observou que o incremento na salinidade da água promoveu resposta linear crescente na eficiência do uso da água.

Os efeitos negativos dos sais sobre a EUAMFF só foram observados nas três últimas colheitas de folhas realizadas aos 75, 90 e 105 DAT, cuja eficiência do uso da água com base na massa de matéria fresca das folhas de couve (EUAMFF) reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água (CEa) produzida artificialmente pela adição de NaCl, com reduções na ordem de 3,32, 6,29, 3,88% respectivamente (Figura 1E, 1F e 1G). Em condições de estresse salino, o efeito da salinidade sobre a eficiência do uso da água segue diversos padrões segundo a natureza dos sais. Se o estresse salino for devido a toxicidade dos íons, ocorre o aumento da respiração ou diminuição da fotossíntese. Tanto o aumento na respiração como a diminuição da fotossíntese, diminuiu a quantidade de assimilados produzidos, o que irá resultar na redução da biomassa acumulado na planta, por unidade de água transpirada, resultando em uma baixa eficiência do uso da água, o que provavelmente ocorreu no presente no estudo, no final do ciclo de cultivo da couve. Segundo Bhattarai, (2005), a eficiência do uso da água e a salinidade demonstram normalmente um comportamento inversamente proporcional, uma vez que, a proporção de água fornecida pela irrigação, que é utilizada na transpiração, se reduz como consequência da diminuição do potencial osmótico da solução.

## CONCLUSÕES

A salinidade da água promoveu aumento da eficiência do uso da água com base na matéria fresca de folhas de couve (EUAMFF) nos períodos de 15 e 45 dias após o transplântio (DAT), indicando que o impacto da salinidade da água nesses períodos foi maior para o volume consumido do que para a produção de matéria fresca das folhas, o incremento da salinidade da água não promoveu diferença significativa na  $EUAMFF$  aos 30 e 60 DAT.

Efeitos negativos dos sais sobre a EUAMFF só foram observados nas três últimas colheitas de folhas realizadas aos 75, 90 e 105 DAT, cuja eficiência do uso da água com base na massa de matéria fresca das folhas de couve (EUAMFF) reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água (CEa) produzida artificialmente pela adição de NaCl, com reduções na ordem de 3,32, 6,29, 3,88% respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-KHADEJEH, A.; SHIBLI, R.; MAKHADMEH, I.; MOHAMMAD, M. Influence of Increased Salinity on Physiological Responses of Hydroponic Grown Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Jordan Journal of Agricultural Sciences, Volume 8, No.3, 2012.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil, *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013.

AZARMI, R.; TALESHMIKAIL R.D.; GIKLOO A. Effects of salinity on morphological and physiological changes and yield of tomato in hydroponics system. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.8 (2): 573 – 576, 2010.

BHATTARAI, S.P. 2005. The physiology of water use efficiency of crops subjected to subsurface drip irrigation, oxygation and salinity in a heavy clay soil. Tesis doctoral. Central Queensland University. Rockhampton, Australia. 101-129, 2005.

CARILLO, P.; ANNUNZIATA, G. PONTECORVO, M.G.; FUGGI A.; WOODROW, P. Salinity Stress and Salt Tolerance, *Abiotic Stress in Plants - Mechanisms and Adaptations*, Prof. Arun Shanker (Ed.), ISBN: 978-953-307-394-1, InTech, 2011.

DI PAOLO, E.; RINALDI, M. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, v.105, p.202-210, 2008.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. 1. ed. Campinas: IAC, 1998. 52p. *Boletim Técnico*, 180.

IQBAL, N. UMAR, S.; KHAN, N.A.; KHAN, M.I.R. A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: regulation of proline metabolism. *Environmental and Experimental Botany*, v. 100, p. 34-42, 2014.

JONES, J.B.; JR. *Tomato Plant Culture: in the field, greenhouse, and home garden*. Edition 2. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2008.

LIBIA, I. TREJO-TÉLLEZ AND FERNANDO, C. GÓMEZ-MERINO. *Nutrient Solutions for Hydroponic Systems, Hydroponics - A Standard Methodology for Plant Biological Researches*, Dr. Toshiki Asao (Ed.), ISBN: 978-953-51-0386-8, InTech, 2012.

LUDWIG, F.; FERNÁNDEZ D.M.; MOTA, P. R. D.; VILLAS, B.R. Electrical conductivity and pH of the substrate solution in gerbera cultivars under fertigation. *Horticultura Brasileira*, 31: 356-360, 2013.

LIU, F.; STÜTZEL, H. Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress. *Scientia Horticulturae*, v.102, p.15-27, 2004.

PEREIRA, L. S.; CORDERY, I.; IACOVOS, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, v.108, p.39-51, 2012.

PUPPALA, N.; FOWLER, J. L.; JONES, T.L.; GUTSCHICK, V.; MURRAY, L. Evapotranspiration, yield, and water-use efficiency responses of *Lesquerella fendleri* at different growth stages. *Industrial Crops and Products*, v.21, p.33-47, 2005.

SAVVAS D. E.; STAMATI, I.L.; TSIROGIANNIS, N.; MANTZOS, P.E.; BAROUCAS, N.; KATSOULAS, C.K. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. *Agriculture water management*. 91, 102–111, 2007.

SILVA FILHO, J. A.; SOARES, T. M.; SILVA, M.G.; BATISTA, L. S.; RAFAEL, M. R. S.; MELO, D. M. Consumo hídrico da hortelã utilizando águas salobras em sistema hidropônico NFT. In: II Brazilian Symposium on Salinity & II Brazilian Meeting on Irrigation Engineering, 2014, Fortaleza, CE. Anais... II INOVAGRI International Meeting: Fortaleza, CE, 2014. p. 891-900.

SILVA, S. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; KUSDRA, J. F.; FERREIRA, R. L. F. Produção orgânica de mudas de couve-manteiga em substratos à base de coprólito de minhocas. *Caatinga*, Mossoró, v.20, n.4, p.78-83, 2007.

YOKAS, I.; A. TUNA, L.; BURUN, B.; ALTUNLU, H.; ALTAN, F.; KAYA, C. Responses of the Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Plant to Exposure to Different Salt Forms and Rates. *Turk J Agric For* 32 (2008) 319-329. © Tubitak, 2008.

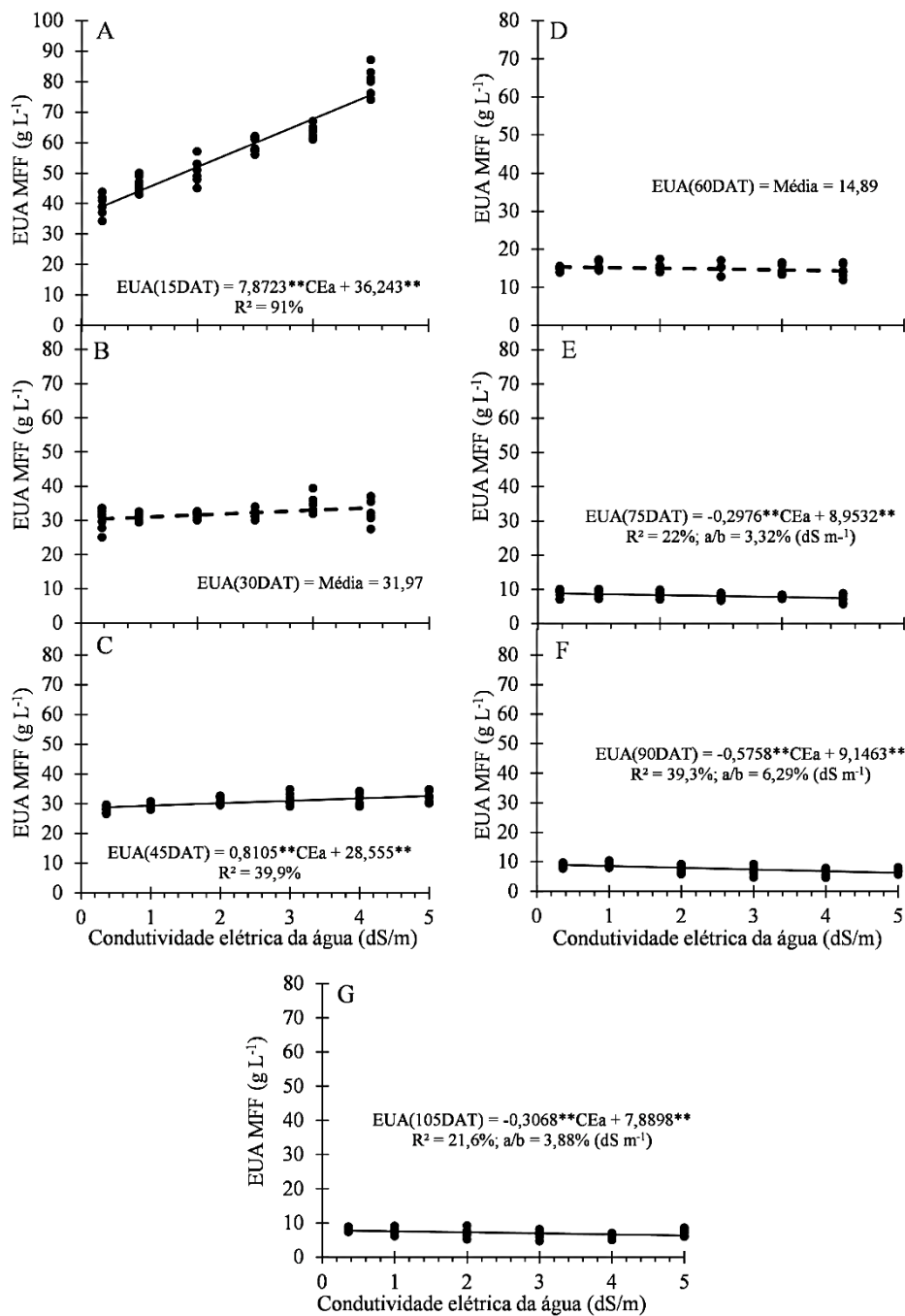
ZEINOLABEDIN JOUYBAN. The Effects of Salt stress on plant growth. *TJEAS*. ISSN 2051-0853, 2012.



**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da regressão para eficiência do uso da água (EUA) para a massa de matéria fresca das folhas de couve hidropônica, em função da salinidade da água (CEa), aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após o transplântio (DAT)

FV	GL	Quadrado Médio						
		15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	75 DAT	90 DAT	105 DAT
Bloco	6	13,07 <sup>ns</sup>	1,342 <sup>ns</sup>	1,409 <sup>ns</sup>	3,545 <sup>ns</sup>	1,312 <sup>ns</sup>	4,023 <sup>**</sup>	0,401 <sup>ns</sup>
CEa	5	429,59 <sup>**</sup>	14,721 <sup>ns</sup>	17,946 <sup>**</sup>	2,159 <sup>ns</sup>	2,189 <sup>*</sup>	9,559 <sup>**</sup>	3,292 <sup>*</sup>
Erro	30	9,995	6,200	2,786	1,159	0,819	0,704	0,977
CV (%)		5,61	7,79	5,45	7,23	11,05	10,94	13,92

\*\*; \* - significativo pelo teste F a 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente, ns – não significativo; CV - coeficiente de variação



**Figura 1.** Eficiência do uso da água com base na massa de matéria fresca das folhas de plantas (EUAMFF) de couve hidropônica, em função da condutividade elétrica da água (CEa), aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após o transplântio (DAT)