



ESTRATÉGIA DE FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DA ALFACE SUBMETIDA AO ESTRESSE SALINO EM AMBIENTE PROTEGIDO

A. J. O. Targino¹, H. M. Morais Neta², J. M. A. P. Santos¹, L. R. L. Régis², J. S. Leite Neto²,
M. W. L. Souza³

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes proporções N/K/Ca no cultivo da alface submetida ao estresse salino. O experimento foi realizado em ambiente protegido na UFERSA, em Mossoró, RN. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com três repetições, sendo a parcela experimental formada por quatro vasos com 3 dm³ de fibra de coco. Os tratamentos foram formados pela combinação de N/K/Ca (F1=1:1:1; F2=1,5:1:1; F3= 1:1,5:1; F4=1:1:1,5), com dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,5 e 2,5 dS m⁻¹). As plantas foram coletadas aos 28 dias após o transplântio dias e avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca comercial e massa seca total. Houve efeito da salinidade e da solução nutritiva sobre o crescimento das plantas para todas as fertirrigações, entretanto, a intensidade do estresse salino variou de acordo com a relação N/K/Ca. Com o uso de solução não salina, F1 e F4 proporcionou maior crescimento das plantas. Para a solução salina a solução padrão (F1) foi mais eficiente no crescimento. No entanto, a fertirrigação F2 foi a que apresentou melhores resultados na inibição dos efeitos deletérios da salinidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa* L., solução nutritiva, salinidade.

STRATEGY OF FERTIRRIGATION IN CULTURE OF LETTUCE SUBMITTED TO SALINE STRESS IN PROTECTED ENVIRONMENT

SUMMARY: The objective of this study was to evaluate the effect of different proportions N / K / Ca ratios on lettuce cultivation submitted to saline stress. The experiment was carried out in a protected environment at UFERSA, in Mossoró, RN. The experimental design consisted of four pots with 3 dm³ of coconut fiber. The experimental design consisted of four pots with 3 dm³ of coconut fiber. The treatments were formed by the combination of N / K / Ca (F1 = 1: 1: 1,

¹ Mestrando PPGMSA/UFERSA. Mossoró, RN. Fone: (84) 9 99347942. E-mail: ana_jacqueline2@hotmail.com

² Graduanda de Agronomia, Depto de Ciência Ambientais e Tecnológicas/UFERSA. Mossoró, RN.

³ Mestranda PPGF/UFERSA. Mossoró, RN.

F2 = 1.5: 1: 1, F3 = 1: 1.5: 1, F4 = 1:1:1,5), With two levels of irrigation water salinity (0.5 and 2.5 dS m⁻¹). The plants were collected at 28 days after transplanting and the following variables were evaluated: leaf number, leaf area, fresh and dry shoot mass, commercial fresh mass and total dry mass. There was an effect of salinity and nutrient solution on plant growth for all fertigrations, however, the intensity of saline stress varied according to the N / K / Ca ratio. With the use of non-saline solution, F1 and F4 provided higher plant growth. For the saline solution the standard solution (F1) was more efficient in growth. However, the F2 fertigation showed the best results in inhibiting the deleterious effects of salinity.

KEY WORDS: *Lactuca sativa* L., nutrient solution, salinity

INTRODUÇÃO

O uso de águas salinas na irrigação é uma realidade e se tornou um dos principais desafios dos pesquisadores, pois seu uso, quando manejada inadequadamente, poderá causar acúmulos de sais no solo. As altas concentrações de sais no solo, além de reduzir o potencial hídrico do solo, podem provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais, injúrias no metabolismo e, conseqüentemente, redução na produtividade biológica e econômica (Munns & Tester, 2008).

Dependendo da quantidade de íons na solução, a salinidade ocasiona diminuição do consumo hídrico nas plantas, inibição do crescimento e alteração na absorção de nutrientes minerais como o nitrogênio, o potássio e o cálcio (Paulus et al. 2012; Cortés & Real, 2007; Dias & Blanco, 2010).

A alface (*Lactuca sativa* L.) se destaca por ser a hortaliça mais consumida no mundo e por ser a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil. Além de se destacar no cultivo hidropônico chegando a ser responsável por 80% desse tipo de produção (Alves et al., 2011; Pereira, 2015).

É considerada uma cultura moderadamente sensível à salinidade, porém diversos trabalhos destacam o fato de a salinidade afetar negativamente a produção da alface e de outras folhosas, sendo que a intensidade dos efeitos deletérios varia dependendo da cultivar, do estágio fenológico, do tipo de sais, da intensidade e duração do estresse salino (Taiz & Zeiger, 2009; Rodrigues et al., 2015; Freire et al., 2009; Alves et al., 2011).

Com o intuito de minimizar o efeito da salinidade, alguns trabalhos foram realizados com base na teoria de que aumentar a concentração desses nutrientes (K, N e Ca) na zona radicular poderiam reduzir as relações Na/N, Na/Ca e Na/K nas folhas e, conseqüentemente,

um equilíbrio nutricional mais próximo das plantas cultivadas em ambientes não salinos (Rubio et al., 2009; Blanco et al, 2008; Cortés & Real, 2007).

Considerando a necessidade de se obter mais informações técnicas, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do incremento de nitrogênio, potássio e cálcio na fertirrigação da cultura da alface, em fibra de coco, submetida a irrigação salina.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em ambiente protegido no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró, RN, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m.

O clima da região, na classificação de Koeppen, é do tipo BSw^h, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (Carmo Filho & Oliveira, 1995)

O experimento foi instalado seguindo o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com três repetições, sendo que a parcela experimental será representada por 4 vasos contendo uma planta cada. Os tratamentos serão compostos pela combinação de quatro relações de N/K/Ca (N/K/Ca = 1:1:1; N/K/Ca = 1,5:1:1; N/K/Ca = 1:1,5:1; N/K/Ca = 1:1:1,5), com dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,5 e 2,0 dS m⁻¹), sendo a relação 1:1:1 a recomendada para o cultivo hidropônico de hortaliças (Dias et al., 2011a).

Para a menor salinidade (0,5 dS m⁻¹) foi obtida água proveniente de poço profundo localizado no campus da UFERSA. A água de maior nível salino (2,0 dS m⁻¹), havia sido preparada pela dissolução de NaCl em água coletada em poço profundo localizado no Campus central da UFERSA.

O plantio foi realizado a partir de mudas de alface, cv. Vera, produzidas em bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 200 células, sendo utilizado substrato fibra de coco (Golden Mix Granulado), composto a partir de 100% de fibra de coco, de textura fina, sem adubação de base.

O sistema de irrigação por gotejamento era composto por emissores do tipo microtubos, os quais foram previamente avaliados sob condições normais de operação. Os emissores estavam acoplados às linhas de irrigação (tubos de polietileno).

Para cada tipo de água foi utilizado um sistema de irrigação independente, formado por um motobomba e um reservatório (caixa d'água com capacidade para 310 l), mangueiras (16 mm) e microtubos.

Ao final do experimento as plantas foram coletadas e avaliadas as seguintes variáveis: a) Número de folhas que serão contabilizadas apenas as folhas verdes e com comprimento de nervura central acima de 4 cm, descartando as folhas que não apresentavam qualidade comercial, expressando-se o resultado em unidades; b) Massa fresca total e comercial – no momento da colheita as folhas que não apresentaram padrão comercial serão destacadas e as demais serão pesadas em balança digital de precisão (0,01g); c) Massa seca total e da parte aérea – as plantas serão acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C (± 1), até atingirem peso constante e em seguida pesadas em balança analítica (0,001g); d) Área foliar – será feita pelo método dos discos foliares, sendo a área será estimada através da fórmula proposta por Souza et al. (2012).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste Tukey (0,05), realizando-se o desdobramento para as variáveis que apresentaram resposta significativa à interação entre os fatores estudados. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores salinidade e fertirrigação afetou significativamente a área foliar (AF), a massa fresca comercial (MFC), a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca total (MST) ao nível de 1% de probabilidade. Bem como o número de folhas comerciais ao nível de 5% (Tabela 1).

A salinidade não apresentou efeito significativo sobre o NFT. Quanto às fertirrigações, verificou-se que a F1, F3 e a F4 apresentaram os maiores valores de NFT, sendo que F3 não diferenciou da F2 (Figura 1).

Para o número de folhas comerciais (Tabela 3), constatou-se que as fertirrigações F1 e F4 se mostraram superiores quando as plantas foram irrigadas com água de menor salinidade (0,5 dS m⁻¹), no entanto, a F4 não diferiu estatisticamente da F3. Quando analisamos a irrigação com água salina, percebe-se que o maior NFC ocorreu nas plantas submetidas às fertirrigações F1, F2 e F4.

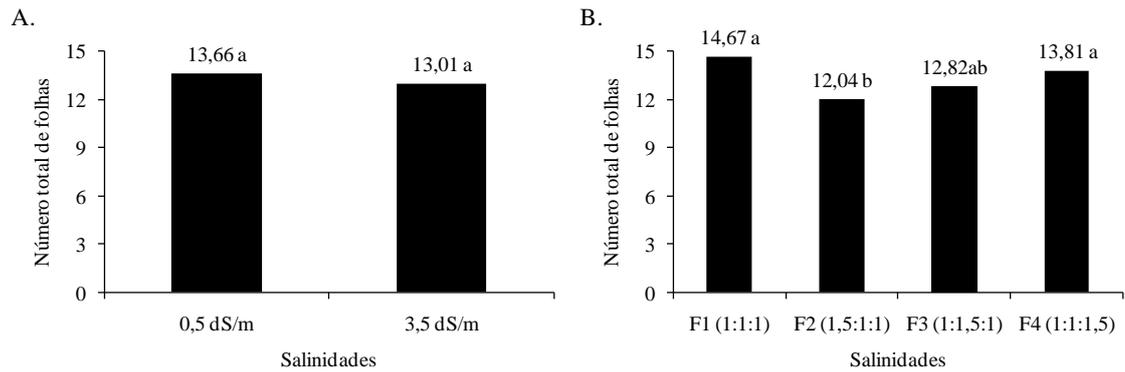


Figura 1. Número total de folhas alface em cultivo semi-hidropônico em função da salinidade da água (A) e razões N/K/Ca (B) (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).

Quanto ao efeito da salinidade, constatou-se que o uso da F2 provocou aumento do NFC. Observou-se ainda, que todas as fertirrigações se mostraram eficientes em inibir os danos causados pela salinidade sobre o NFC.

A maioria dos trabalhos que avaliam os efeitos da salinidade sobre a alface se mostram divergentes aos resultados encontrados neste trabalho para o número de folhas comerciais e totais (Viana et al, 2001; Dias et al, 2011b; Rodrigues et al, 2015).

Quando analisamos os dados para área foliar (AF), percebe-se que as plantas submetidas às fertirrigações F1 e F4 foram superiores as demais quando irrigadas com água não salina. Para as plantas submetidas à irrigação com água de maior salinidade ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$), verifica-se que apenas a fertirrigação F1 proporcionou maiores valores de AF (Tabela 3).

Analisando o efeito da salinidade sobre a AF, verifica-se que o uso de água com salinidade $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ provocou redução nas fertirrigações F1, F3 e F4, porém aumentou a AF em F2. Observando a Tabela 3, verificou-se que a F2 inibiu o efeito deletério da salinidade sobre a AF, enquanto que a F4 potencializou esse efeito.

Dias et al (2011b) também verificou redução da AF com o uso de água salina na irrigação. No entanto, o aumento dessa variável quando se utilizou a fertirrigação F2 pode estar associada ao fato da maior disponibilidade e, conseqüentemente, maior absorção de nitrogênio promovendo o incrementado número de folhas e inferindo diretamente na AF, já que esta é função do número de folhas e do tamanho do limbo foliar.

Analisando o efeito das fertirrigações sobre a massa fresca da parte aérea (MFPA), constatou-se que as fertirrigações F1 e F4 se sobressaíram às demais quando aplicada a irrigação com água de menor salinidade. Para as plantas submetidas a irrigação salina, verificou-se que as fertirrigações F1, F2 e F4 se destacaram, sendo que a F2 não deferiu da F3 (Tabela 3).

Ao observar o efeito da salinidade da água utilizada na solução nutritiva, verifica-se que o uso de água salina aumentou os valores de MFPA na fertirrigação F2, não ocorrendo efeito da salinidade nas demais fertirrigações. Também foi possível verificar que todas as fertirrigações inibiram os efeitos da salinidade.

Ao analisar as fertirrigações para a variável matéria fresca comercial (MFC), submetidas à irrigação não salina, apresentou seus maiores valores quando as plantas foram fertirrigadas com a F1 e F4. Porém, apenas a F1 se destacou quando as plantas foram irrigadas com a água de maior salinidade ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$).

O aumento dos níveis de sal na água de irrigação reduziram os valores de MFC quando as plantas foram submetidas às fertirrigações F1, F3 e F4. No entanto, o inverso ocorreu quando se utilizou a F2, mostrando que esta foi a única fertirrigação que conseguiu inibir os efeitos negativos da salinidade sobre a MFC (Tabela 3).

Dados obtidos em trabalhos anteriores (Paulus et al, 2010; Santos et al, 2010; Dias et al a e b, 2011) divergem dos resultados obtidos no presente estudo. No entanto, já foi exposto que a fertirrigação F2 apresentou maior NFC e, portanto, maior MFPA e MFC.

Para massa seca da parte aérea (MSPA), as fertirrigações F1 e F4 apresentaram valores superiores às demais em ambas as águas usadas na irrigação. No entanto, a fertirrigação F1 não diferiu da F2 ao utilizar a água de maior salinidade ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$).

Com relação ao efeito da salinidade, foi observado que a elevação de condutividade elétrica da água de irrigação reduziu a MSPA da fertirrigação F4. Contudo, verificou-se que na F2 associada ao uso de água salina favoreceu a produção de MSPA. Logo, pode-se, de modo geral, afirmar que a F2 inibiu os efeitos danosos da salinidade.

Analisando a matéria seca total (MST), verifica-se que as plantas irrigadas com água de menor nível salino ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$) apresentaram os maiores valores de MST quando foram fertirrigadas com F1 e F4. Ao analisar as plantas submetidas ao estresse salino, se observa que as fertirrigações F1, F2 e F4 mostraram os maiores valores de MST (Tabela 3).

Com relação ao efeito da salinidade sobre a MST, foi constatado que a irrigação salina causou redução na MST nas fertirrigações F1, F3 e F4, mostrando que os resultados estão de acordo com Oliveira et al (2011) que analisou o efeito da salinidade em diferentes cultivares de alface. Contudo, as plantas que foram submetidas à fertirrigação F2 apresentaram comportamento contrário, mostrando assim eficiente em inibir os efeitos deletérios da salinidade.

CONCLUSÕES

O uso da irrigação de menor salinidade associadas às fertirrigações F1 e F4 proporcionou maior crescimento das plantas. Para a solução salina, a solução padrão (F1) foi mais eficiente no crescimento. No entanto, a fertirrigação F2 foi a que apresentou melhores resultados na inibição dos efeitos deletérios da salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, p.491-498, 2011.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.26-33, 2008.

CORTÉS, V. G.; REAL, G. S. Algunos efectos de la salinidade en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *Idesia*, v.25, p.47-58, 2007.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. INCTSal. 2010. p. 129-140.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUZA NETO, O. N.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução da alface, cultivada em fibra de coco. *Revista Ceres*, v. 58, p. 632-637, 2011 a.

DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; COSME, C. R.; JALES, A. G. O.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.991-995, 2011 b.

FREIRE, A. G.; OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; OLIVEIRA, M. K. T.; FREITAS, D. C. Qualidade de cultivares de alface produzida em condições salinas. *Revista Caatinga*, v. 22, p. 81-88, 2009

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, Palo Alto, v. 59, p. 651-81, 2008.

OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; MEDEIROS, J. F.; MARACAÇA, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade de água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.771-777, 2011.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.29-35, 2010.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. *Horticultura Brasileira*, v. 30, p. 18-25, 2012.

PEREIRA, A. K. S. Época de aplicação e doses de nitrato de cálcio em alface americana. Ipameri. UEG, 2015. 33p. Dissertação Mestrado.

RODRIGUES, R. R.; BERTOSSI, A. P. A.; GARCIA, G. O.; ALMEIDA, J. R.; SILVA, E. A. Salinidade no desenvolvimento de cultivares de alface. *Agrarian academy*, v.2, p.70, 2015.

RUBIO, J. S.; GARCIA 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 Ca^{2+} fertilization. *Scientia Horticulturae*, v.119, p.79-97, 2009.

SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.14, p.961-969. 2010.

SOUZA, M. S. Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos olímpia e leopard. Mossoró: UFERSA, 2012. 282p. Tese de Doutorado.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VIANA, S. B. A.; RODRIGUES, L. N.; FERNANDES, P.D.; GHEY, H. R. Produção de alface em condições de salinidade a partir de mudas produzidas com e sem estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.5, p.60-66, 2001.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), área foliar (AF), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca comercial (MFC), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) da alface em cultivo semi-hidropônico utilizando solução salina e diferentes combinações de fertirrigações. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		NFT	NFC	AF	MFPA	MFC	MSPA	MST
Salinidades (S)	1	5,06 ^{ns}	0,61 ^{ns}	2764598,40**	3260,73**	1341,54**	16,80**	14,21**
Fertirrigação (F)	3	15,76*	25,89**	2896561,72**	5283,13**	5238,95**	16,71**	64,93**
S x F	3	2,13 ^{ns}	7,41*	507203,69**	584,14 ^{ns}	1345,37**	3,23**	28,76**
Resíduo	32	3,72	2,06	52228,13	287,87	36,29	0,21	13,28
CV (%)		14,48	13,34	11,95	21,56	9,41	10,19	10,79

(**) Valores significativos pelo teste de Tukey ao nível de 1% de significância; (*) Valores significativos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância; (ns) Valores não significativos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 2. Teste de médias para número de folhas totais (NFT) da alface em cultivo semi-hidropônico. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

FONTES DE VARIAÇÃO	MÉDIAS	
	NFT	
Salinidade	0,5 dS m ⁻¹	13,66 a
	3,5 dS m ⁻¹	13,01 a
Fertirrigação	F1 (1:1:1)	14,67 a
	F2 (1,5:1:1)	12,04 b
	F3 (1:1,5:1)	12,82 ab
	F4 (1:1:1,5)	13,81 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Teste de médias para número de folhas comerciais (NFC), área foliar (AF), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca comercial (MFC), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) da alface em cultivo semi-hidropônico. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

CEa	Fertirrigações (N:K:Ca)			
	F1 (1:1:1)	F2 (1,5:1:1)	F3 (1:1,5:1)	F4 (1:1:1,5)
	NFC			
0,5 dS m ⁻¹	13,75 Aa	7,67 Cb	10,33 BCa	12,06 Aba
2,0 dS m ⁻¹	12,89 Aa	10,22 Aa	8,33 Ba	11,64 Aa
	AF			
0,5 dS m ⁻¹	2927,19 Aa	758,63 Cb	1619,64 Ba	2696,88 Aa
2,0 dS m ⁻¹	2087,69 Ab	1322,15 Ba	781,18 Cb	1368,85 Bb
	MFPA			
0,5 dS m ⁻¹	121,37 Aa	24,81 Bb	57,70 Ba	119,26 Aa
2,0 dS m ⁻¹	97,43 Aa	73,25 Aba	35,76 Ba	77,09 Aa
	MFC			
0,5 dS m ⁻¹	120,99 Aa	18,72 Cb	51,65 Ba	108,83 Aa
2,0 dS m ⁻¹	93,05 Ab	56,64 Ba	23,89 Cb	64,54 Bb
	MSPA			
0,5 dS m ⁻¹	6,40 Aa	2,19 Cb	3,77 Ba	6,72 Aa
2,0 dS m ⁻¹	4,18 ABb	3,23 Ba	2,01 Cb	4,34 Ab
	MST			
0,5 dS m ⁻¹	6,70 Aa	2,38 Cb	5,03 Ba	7,73 Aa
2,0 dS m ⁻¹	5,11 Ab	3,74 Aa	2,20 Bb	4,57 Ab

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula nas linhas (referente a fertirrigação dentro da salinidade) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%); Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula nas colunas (referente as salinidades dentro da fertirrigação) não difere estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).