

FITOMASSA SECA DA BERINJELA FERTIRRIGADA COM DIFERENTES RELAÇÕES K/Ca E SUBMETIDA AO ESTRESSE SALINO

J. M A. P. Santos¹, A. J. O. Targino¹, F. A. Oliveira², J. F. Medeiros³,
L. R. S. Régis⁴, P. V. Menezes⁴

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar a produção de fitomassa seca da berinjela submetida à irrigação com águas salinas e fertigações com diferentes relações iônicas entre potássio e cálcio. O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN. A variedade cultivada foi o híbrido Ciça, onde as plantas foram cultivadas em vasos com capacidade para 20 litros, utilizando amostras de solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram formados pela combinação de cinco relações iônicas entre potássio e cálcio (K/Ca) (F1= 1,5:1; F2= 1,25:1; F3= 1:1; F4= 1:1,25; F5= 1:1,5), sendo F3 a relação recomendada para a cultura, com quatro níveis de salinidade na água de irrigação (S₁- 0,5; S₂- 2,0; S₃- 3,5; e S₄- 5,0 dS m⁻¹). Analisou-se as seguintes variáveis: massa seca do caule, massa seca de folhas, massa seca dos frutos e massa seca total. As fertigações estudadas alteraram a resposta das plantas à salinidade, sendo observado um efeito mais deletério nas fertigações F1 e F4.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum melongena*, manejo da fertigação, salinidade

FERTIRRIGATED EGGPLANT DRY PHYTOMASSA WITH DIFFERENT RELATIONSHIPS K / Ca AND SUBMITTED TO SALINE STRESS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the dry matter production of the eggplant submitted to irrigation with saline waters and fertirrigations with different ionic ratios of potassium and calcium. The experiment was conducted in the experimental area Department of Environmental Sciences and Technological of Universidade Federal Rural do

¹ Engenheiros Agrônomos, Mestrandos no PPGMSA/UFERSA. Mossoró – Rio Grande do Norte, CEP 59625-900, Email: jeffersonmaps@gmail.com, ana_jacqueline2@hotmail.com.

² Prof. Doutor, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: thikaoamigao@ufersa.edu.br.

³ Doutor, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: jfmedeir@ufersa.edu.br.

⁴ Acadêmicos em Engenharia Agrônoma, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: luregina13@hotmail.com, paulo_escoteiro39@hotmail.com

Semi-Árido (UFERSA), in Mossoró, RN. The variety used was the Ciça hybrid, where the plants were grown under field conditions, in pots with a capacity of 20 liters, using soil samples classified as Ultisol. The experimental design was a randomized block design, In a 5 x 4 factorial scheme, with four replications. The treatments were formed by combining five ionic relationships between potassium and calcium (K/Ca) (F1= 1,5:1; F2= 1,25:1; F3= 1:1; F4= 1:1,25; F5= 1:1,5), where F3 is the recommended ratio for culture, with four levels of salinity in irrigation water (S₁- 0,5; S₂- 2,0; S₃- 3,5; e S₄- 5,0 dS m⁻¹). The effects of the interaction between fertirrigation and salinity were analyzed through the following variables: dry mass of leaves, dry mass of the stem, dry mass of fruits and total dry mass. The fertigrations studied did not alter the plant response to salinity, so that regardless of the K / Ca ratio, the use of more saline water reduced biomass production.

KEYWORDS: *Solanum melongena*, fertigation management, salinity

INTRODUÇÃO

Pertencente à família das solanáceas, a berinjela (*Solanum melongena* L.) é cultivada em aproximadamente 1.500 ha no Brasil, com tendência de um aumento em sua demanda por apresentar propriedades medicinais importantes, como redução no nível de colesterol e também por ser uma boa fonte de vitaminas e sais minerais (Gonçalves et al., 2006).

As maiores limitações para o cultivo da berinjela estão intimamente ligadas a baixa disponibilidade de água e nutrientes no solo durante o cultivo (Oliveira et al., 2008). E a resposta desta cultura aos fatores abióticos como a salinidade, tem sido pouco estudada.

Em relação a fonte de água utilizada pelos produtores de hortaliças, Oliveira et al. (2014) relatam que os reservatórios superficiais se caracterizam como a principal fonte de água utilizada no manejo de irrigação. Uma limitação que esses reservatórios poderão apresentar durante o ano, são elevadas concentrações de sais dissolvidos na água, principalmente em regiões semiáridas.

Essas águas têm como principal característica o aumento da concentração do íon sódio (Na⁺), que em níveis elevados poderá se tornar tóxico as plantas e quando presente na solução do solo, prejudicará a absorção de íons benéficos pelas raízes, como o potássio (K⁺) e o cálcio (Ca²⁺) (Malavolta, 2006).

Esse antagonismo foi relatado por Santos & Muraoka (1997), que observaram a necessidade de aumentar a quantidade de nutrientes na fertigação quando a salinidade da solução do solo também for aumentada.

Em rela o ao manejo nutricional da berinjela, Filgueira (2003) fez uma observa o interessante em rela o ao nutriente potássio, onde segundo o autor a berinjela   exigente em potássio, sendo um nutriente que favorecer  a obtenção de frutos de melhor qualidade.

Observa-se com essas informa es que a utiliza o de águas salinas para irriga o   um dos principais desafios para os pesquisadores, pois seu uso, quando manejada inadequadamente, poderá ocasionar acúmulo de sais no solo, podendo provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios fisiológicos, como diminui o de transpira o, fotossíntese e conseqentemente menor produ o de biomassa.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irriga o com águas salinas em intera o com diferentes fertiga es potássicas e cálcicas sobre a produ o de fitomassa seca da parte aérea da berinjela.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de julho de 2016 a janeiro de 2017 no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi- rido (UFERSA), em Mossoró, RN. O clima da região, na classifica o de Koeppen,   do tipo BSw h', (quente e seco), com precipita o 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 delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repeti es, resultando em 80 unidades experimentais, representadas por vasos com capacidade para 20 dm³ de substrato contendo uma planta. Os tratamentos foram resultantes de cinco rela es iônicas entre potássio e cálcio (K/Ca) na fertiga o (F1=1,5:1; F2=1,25:1; F3=1:1; F4=1:1,25 e F5=1:1,5), com quatro níveis de salinidade da água de irriga o (S1-0,5; S2-2,0; S3-3,5 e S4-5,0 dS m⁻¹). A rela o F3 (27 g planta⁻¹ de K₂O e 9,8 g planta⁻¹ de Ca) corresponde a concentra o recomendada por Trani et al. (2011).

Para a menor salinidade (S1) utilizou-se água proveniente de poço profundo localizado no campus da UFERSA, cujas análises físicas e químicas determinaram as seguintes características: pH= 8,30; CE= 0,50 dS m⁻¹; Ca²⁺= 3,10; Mg²⁺= 1,10; K⁺= 0,30; Na⁺= 2,30;

$\text{Cl}^- = 1,80$; $\text{HCO}_3^- = 3,00$ e $\text{CO}_3^{2-} = 0,20$ (mmolc L^{-1}). Para obtenção da água dos demais níveis salinos (S2, S3 e S4), adicionou NaCl na água de menor salinidade, ajustando-se as salinidades com um condutivímetro de bancada.

O plantio foi realizado a partir de mudas de berinjela, híbrido Ciça, produzidas em casa de vegetação, em bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 128 células, sendo utilizado substrato comercial próprio para hortaliças (fibra de coco). As bandejas foram mantidas em sistema floating, formado por uma micro-piscina abastecida com lâmina constante de um centímetro com solução nutritiva até a data do transplântio, que foi realizado quando as mudas estavam com três a quatro folhas definitivas para vasos com capacidade de 20 dm^3 . Os vasos foram espaçados em 1,5 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Adicionou um vaso no início e outro no fim de cada linha de cultivo, caracterizando a bordadura.

Cada vaso teve um sistema de drenagem composto por brita e uma manta geotêxtil, para facilitar a drenagem. Como substrato foi utilizado material de solo classificado como Argissolo vermelho amarelo.

A fertigação foi aplicada uma vez por semana na fase vegetativa e a partir da fase reprodutiva a mesma foi parcelada em duas aplicações semanais. No preparo das soluções nutritivas utilizaram-se os seguintes fertilizantes: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico (MAP), cloreto de potássio, sulfato de magnésio e uréia, além de um composto de micronutrientes.

Para cada tipo de água salina adotou-se um sistema de irrigação independente, formado por um motobomba, reservatório (com capacidade de 500 litros), mangueiras de 16 mm e microtubos (tipo espaguete). Os tratos culturais consistiram na retirada dos “brotos ladrões”, tutoramento para promover a condução das plantas e aplicações preventivas com inseticidas.

As plantas foram coletadas aos 150 dias após o transplântio (DAT) e analisadas quanto as seguintes variáveis: massa seca do caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca de frutos (MSFR) e massa seca total (MST). As colheitas dos frutos foram realizadas quinzenalmente a partir dos 85 DAT e ao final do experimento as plantas foram coletadas e em sequência foram separadas as folhas e caules onde após esse procedimento todas as amostras foram acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar à 65°C e aferiu-se os pesos das amostras após adquirirem peso constante.

Os dados foram submetidos a análises de variância e as variáveis que apresentaram resposta significativa foram analisadas através de análise de regressão em função da salinidade, os quais foram ajustados aos modelos polinomiais de primeiro e segundo grau. As médias referentes ao efeito das fertigações foram analisadas através de teste para comparação de médias, com base no teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises dos dados revelaram que houve efeito significativo na interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e fertigações para as variáveis massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST) ($p < 0,01$), não ocorrendo efeito significativo da interação entre fatores para massa seca de caule (MSC) e massa seca de frutos (MSFR). Observando os efeitos isolados dos dois fatores, a salinidade apresentou resposta significativa a 1% de probabilidade para todas as variáveis estudadas. Já em relação ao efeito da fertigações, apenas na variável MSF apresentou efeito significativo ($p < 0,01$) (Tabela 01), sendo os maiores valores obtidos nas fertigações F1 e F3.

Analisando a variável massa seca de caule (MSC), observa-se que houve resposta linear negativa à salinidade, apresentando decréscimo de $3,35 \text{ g planta}^{-1}$ com o aumento unitário da condutividade elétrica (CE) da água de irrigação, resultando em perda total de 35%. Para essa variável, a maior média obtida foi encontrada no menor índice salino ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$), sendo de $44,5 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 1A). Em estudo desenvolvido por Lima et al. (2015), avaliando níveis crescentes de CE na água de irrigação ($0,5$ a $6,0 \text{ dS m}^{-1}$), os autores observaram redução de $6,21 \text{ g planta}^{-1}$ por aumento unitário da salinidade, e total de 76% na MSC, perda superior à observada no presente trabalho.

Analisando MSF, verifica-se que o aumento da salinidade provocou redução nesta variável, no entanto, o efeito da salinidade variou de acordo com a fertigações analisada. Para a fertigações F1, o incremento da salinidade provocou redução linear de $7,75 \text{ g planta}^{-1}$ por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, resultando em perda total de 76,47%. Para as fertigações F2, F3, F4 e F5 ocorreram respostas quadráticas, de forma que o aumento da salinidade provou redução na MSF até os níveis $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ nas fertigações F2 e F5, apresentando tendência de resposta positiva à salinidade a partir destes níveis. A maior média de MSF foi obtida na combinação entre a salinidade S1 e a fertigações F3, apresentando valor de 55 g planta^{-1} e o menor valor ocorreu nas combinações S1F1 e S1F4, com resultado

de 10 g planta⁻¹, valor bem abaixo do encontrado por Lima et al. (2015), que observou na maior CE da água de irrigação uma média de MSF de 25,09 g planta⁻¹ (Figura 1C).

Oliveira et al. (2011) também observaram o efeito significativo da salinidade na redução da MSF da berinjela, de modo que, comparando os valores obtidos nas plantas irrigadas com água sem adição de sais (0,5 dS m⁻¹) com aquelas cultivadas em maior salinidade (4,5 dS m⁻¹), verificou-se redução total de 49,2% na MSF. Silva et al. (2013) observaram uma redução nos valores de MSF à medida que se elevou o nível de salinidade na solução do solo acima de 3,3 dS m⁻¹, observando valores que variaram de 96,79 a 132,10 g planta⁻¹.

Em relação à MSFR, observou-se uma resposta linear e negativa, de forma que independente da fertigação aplicada, o aumento da salinidade da água de irriga o influenciou negativamente nessa variável, ocorrendo redu o linear de 1,09 g plantas⁻¹ para MSFR por aumento unitário da salinidade, de forma que comparando os resultados entre a água de menor (0,5 dS m⁻¹) e maior salinidade (5,0 dS m⁻¹), a redu o foi de 18% (Figura 1B). Lima et al. (2015) analisando o efeito da salinidade na mesma cultivar utilizada neste trabalho, observaram que o aumento de 1,0 dS m⁻¹ da água de irriga o provocou redu o de 14,6 g planta⁻¹, resultando em perda total de 76%.

Lima et al. (2015) também observaram que na água de maior salinidade (6,0 dS m⁻¹) ocorreu uma varia o mais acentuada na distribui o de massa seca, havendo um aumento na transloca o de assimilados para o caule e folha em detrimento a redu o na massa obtida nos frutos. Segundo o autor, esses resultados mostram que, sob estresse salino, a berinjela reduz significativamente a transloca o de fotoassimilados para os frutos, o que provavelmente estará relacionado com a menor absor o e transloca o de água e nutrientes para os frutos.

Como forma de amenizar o efeito da salinidade a planta poderá translocar os íons salinos para os vacúolos ou produzir solutos orgânicos para tentar provocar um equilíbrio a nível celular. Sendo assim, essa transloca o de fotoassimilados para outras partes da planta, como as folhas, poderá ser com o objetivo de tentar esse equilíbrio i nico a nível celular nesses tecidos.

Com rela o aos efeitos da salinidade sobre a massa seca total (MST), observaram-se diferentes respostas de acordo com a fertiga o analisadas. As fertiga es F1 e F4 apresentaram resposta linear e negativa com o aumento da salinidade da água de irriga o, de forma que com o aumento unitário da salinidade houve uma redu o de 9,45 e 9,84 g planta⁻¹, respectivamente. Já as demais fertiga es apresentaram resposta quadrática, de forma que todas proporcionaram redu o na MST até o nível 3,5 dS m⁻¹, apresentando tendência de aumento na MST a partir destes níveis (Figura 1D).

O maior valor de MST (117,4 g planta⁻¹) foi obtido na combinação entre a salinidade S1 e a fertigação F3, já o menor valor (51,33 g planta⁻¹) encontrado foi observado na combinação entre a salinidade S4 e a fertigação F4, onde este último valor ficou abaixo do encontrado por Lima et al. (2015), que obteve o menor valor (88,74 g planta⁻¹) para esta variável quando as plantas foram submetidas a água de irrigação com maior salinidade (6,0 ds m⁻¹).

Oliveira et al. (2011) analisando o desenvolvimento e concentração de N-P-K no tecido foliar da berinjela em função da salinidade da água de irrigação, observaram para a massa seca total respostas significativas para o aumento da salinidade, sendo as respostas similares as encontradas nesse trabalho. Em relação a redução dessa variável, comparando os valores obtidos na água sem adição de sais (0,5 dS m⁻¹) com aquelas de maior salinidade (4,5 dS m⁻¹), obteve-se redução de 54,6%, valor acima dos observados nesse trabalho.

Esse comportamento pode ser atribuído ao efeito osmótico, provocado pela provável toxicidade adquirida pela absorção excessiva de íons como Na⁺ e Cl⁻, e conseqüentemente pelo desequilíbrio nutricional causado pelo desbalanceamento nutricional dos nutrientes essenciais aos processos metabólicos (Munns, 2005).

CONCLUSÕES

As fertigações estudadas alteraram a resposta das plantas à salinidade para MSF e MST, de forma que os efeitos foram mais deletérios nas fertigações F1 e F4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Científica Symposium, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: IFLA, 2003. 333 p.

GONÇALVES, M. C. R.; DINIZ, M. F. F. M.; DANTAS, A. H. G.; BORBA, J. R. C. Modesto efeito hipolipemiante do extrato seco de berinjela (*Solanum melongena* L.) em mulheres

dislipidemias, sob controle nutricional. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 16, suplemento, p. 656-663, 2006.

LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2015.

MALAVOLTA, E. *Nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ed. Agr. Ceres. 2006. 631 p.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bring them together. *New Phytologist*, v.167, n.3, p.645-663, 2005.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. *Revista Ciência Agronômica*, v. 39, n. 1, p. 39-44, 2008.

OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; MELO, T. K. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, n.1, p.37-45, 2011.

OLIVEIRA, F. A.; MARTINS, D. C.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA NETA, M. L.; RIBEIRO, M. S. S.; SILVA, R. T. Desenvolvimento inicial de cultivares de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino. *Agro@mbiente On-line*, v. 8, n. 2, p. 222-229, 2014.

SANTOS, R. V.; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. (ed.). *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB, 1997. cap.9, p.289-317.

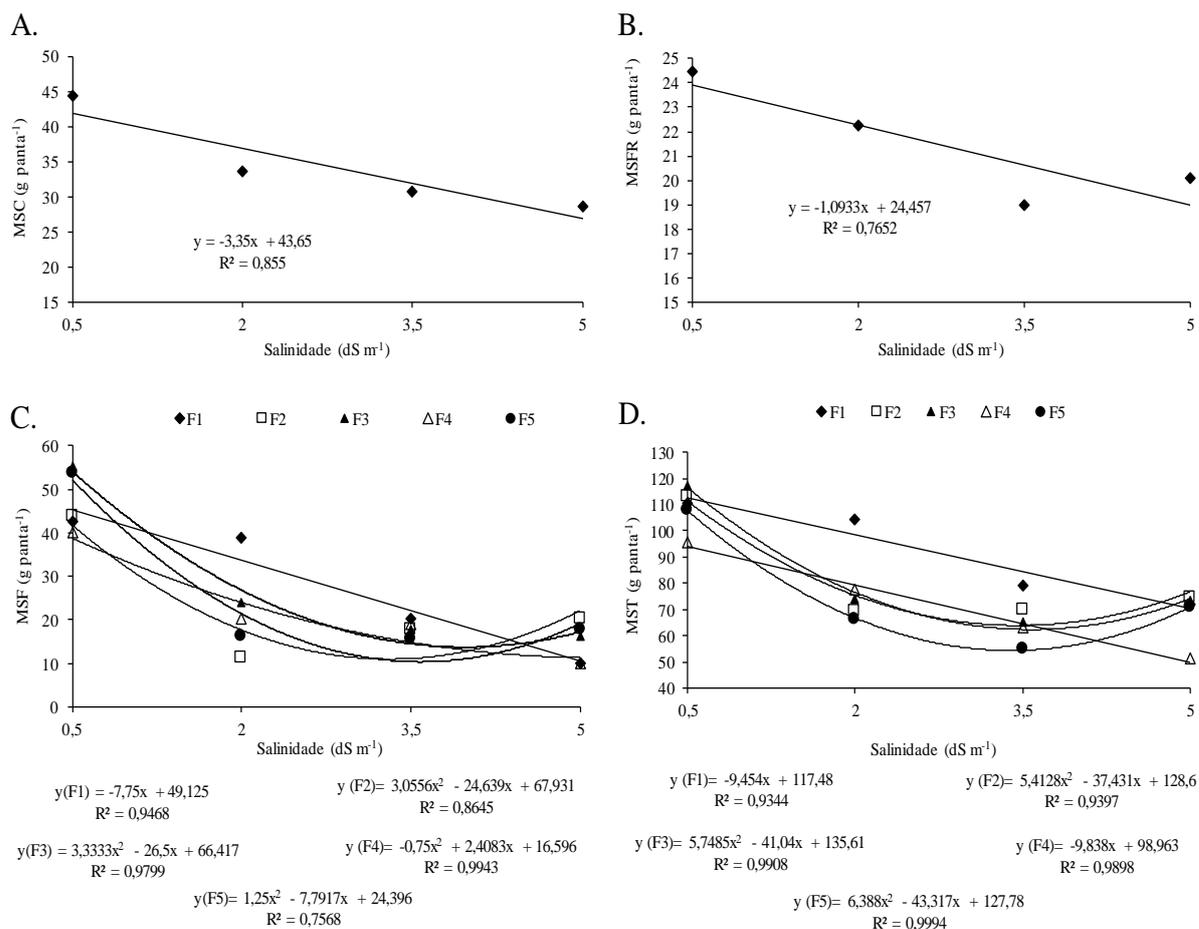
SILVA, E. M.; LIMA, C. J. G. S.; DUARTE, S. N.; BARBOSA, F. S.; MASCHIO, R. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características da berinjela cultivada em ambiente protegido. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 1, p.150-158, 2013.

TRANI, P. E.; TIVELI, S. W.; CARRIJO, O. A. *Fertirrigação em hortaliças*. 2.ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2011.51p. Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 196.

Tabela 01. Resumo da análise de variância para massa seca de caule (MSC), massa seca do folhas (MSF), massa seca dos frutos (MSFR) e massa seca total (MST) de berinjela submetida à salinidade e fertigação cálcica e potássica.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		MSC	MSF	MSFR	MST
Salinidade (S)	3	984,47 **	4323,63 **	117,06 **	11453,57 **
Fertigação (F)	4	25,31 ns	115,45 **	14,00 ns	61,34 ns
S x F	12	58,43 ns	201,28**	23,77 ns	376,50 **
Bloco	3	8,64 ns	32,80 ns	14,98 ns	52,93 ns
Resíduo	57	32,76 ns	20,25	27,69 ns	127,84 ns
CV (%)		16,62	17,72	24,53	13,91
Teste de médias		MSC	MSF	MSFR	MST
F1		33,43 a [#]	27,81 a	21,35 a	82,42 a
F2		35,00 a	23,12 b	22,75 a	80,88 a
F3		34,37 a	28,12 a	21,44 a	83,94 a
F4		36,25 a	22,18 b	21,59 a	80,03 a
F5		33,12 a	25,75 ab	20,12 a	78,99 a

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. C.V. – coeficiente de variação. [#] médias seguidas com as mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 1.** Massa seca do caule (A), massa seca de frutos (B), massa seca de folhas (C) e massa seca total de plantas de berinjela em função da combinação entre a salinidade da água de irrigação e manejo da fertigação.