

INTERAÇÃO ENTRE FERTIGAÇÃO POTÁSSICA E CÁLCICA COM A SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DA BERINJELA

J. M. A. P. Santos¹, A. J. O. Targino¹, F. A. Oliveira², J. F. Medeiros³, L. R. S. Régis⁴,
A. C. S. Rocha⁴

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação em interação com diferentes relações entre potássio e cálcio aplicados via fertirrigação sobre a produção de berinjela, instalou-se um experimento no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, onde as plantas foram cultivadas em vasos nas condições de campo. Os tratamentos foram formados pela combinação entre cinco relações iônicas entre potássio e cálcio (K^+/Ca^{2+}) (F1= 1,5:1; F2= 1,25:1; F3= 1:1; F4= 1:1,25; F5= 1:1,5), 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). O experimento foi conduzido seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de frutos, comprimento de frutos, diâmetro de fruto, massa fresca de frutos e produção. Os comprimentos dos frutos diminuíram com o aumento da salinidade para todos os tratamentos. A salinidade afetou o diâmetro dos frutos e de forma positiva apenas na fertirrigação F1. Independentemente da fertirrigação utilizada as variáveis números, produção e massa fresca de frutos foram afetadas de forma semelhante, havendo redução das mesmas com o aumento da salinidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum melongena*, cultivo de hortaliças, manejo da fertirrigação

INTERACTION BETWEEN POTASSIC AND CALCIC FERTIRRIGATION WITH SALINITY OF IRRIGATION WATER IN THE PRODUCTION OF EGGPLANT

SUMMARY: In order to evaluate the effect of salinity of irrigation water in interaction with different potassium and calcium ratios applied through fertigation on eggplant production, an

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, cyntia.rocha00@hotmail.com

experiment was carried in the Department of Environmental Sciences and Technological of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), in Mossoró, RN, where the plants were grown under field conditions, in pots with a capacity of 20 liters, using soil samples classified as Ultisol. The treatments were formed by combining five relationships 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 experiment was conducted following the experimental design in randomized blocks, in a 5 x 4 factorial scheme, with four replications. The plant responses of the studied treatments were evaluated using the following variables: number of fruits, fruit length, fruit diameter, fresh fruit mass and production. Fruit length decreased with increasing salinity for all treatments. Salinity affected fruit diameter and positively only in fertigation F1. Regardless of the fertigation used, the number, production and fresh fruit mass variables were affected in a similar way, reducing them with increasing salinity.

KEYWORDS: *Solanum melongena*, cultivation of vegetables, fertigation management

INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena* L.) pertence à família das solanáceas e foi cultivada durante séculos pelos chineses e árabes, sendo introduzida no Brasil por volta do século XVI através dos portugueses (BOSCO, 2006). Apresenta hábito arbustivo, caule lenhoso, sistema radicular profundo, com flores hermafroditas, podendo alcançar altura superior a um metro (ANTONINI et al., 2002).

Segundo a FAO (2015) no ano de 2012 o somatório das áreas em todo mundo que cultivavam berinjela ocupavam uma área de aproximadamente 1,85 milhões de hectares, com uma produtividade média de 26 ton. ha⁻¹. Já no Brasil a área cultivada é de aproximadamente 1500 ha, com perspectiva de aumento devido as propriedades medicinais dos frutos, como redução do nível do colesterol (Gonçalves et al., 2006).

Em relação as limitações para o cultivo de berinjela, Oliveira et al. (2008) cita a baixa disponibilidade de água e nutrientes no solo como um dos principais fatores. Em paralelo a essas informações observa-se que as respostas das plantas de berinjela a fatores abióticos, como a salinidade do solo e diferentes manejos de fertigações, tem sido pouco estudadas.

O estudo da combinação entre os fatores salinidade e fertigação nas plantas é importante para que se obtenha uma interação benéfica entre esses dois parâmetros que possa viabilizar o

cultivo de espécies, mesmo em condições onde os valores de condutividade elétrica sejam considerados prejudiciais as culturas. Em ambientes salinos o íon sódio (Na^+) tende a prevalecer no meio e segundo MALAVOLTA (2006) este íon tem efeito antagônico sobre a absorção do cálcio (Ca^{2+}) e do potássio (K^+), que são considerados nutrientes requeridos em maior escala pelas culturas.

Como forma de minimizar o efeito da salinidade na inibição competitiva dos íons na zona radicular, Rubio et al. (2009) observaram que a adição de cálcio na solução nutritiva tem diminuído o efeito maléfico do sódio. O potássio é o íon mais prejudicado nessa relação antagônica por competir pelo mesmo sítio de absorção do sódio. Isso ocorre devido ambos os íons terem propriedades físico-químicas semelhantes, como a valência e o raio iônico, de forma que o transportador não consegue distingui-los (SILVA & TREVIZAM, 2015).

Um método mais direto para reduzir as altas relações $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ e Na^+/K^+ nas plantas, visando manter o equilíbrio nutricional mais próximo ao das plantas cultivadas em ambientes não salinos, seria aumentar a concentração de nutrientes, como K^+ e Ca^{2+} na zona radicular, pelo aumento da dosagem de fertilizantes. Uma vez que a composição dos sais solúveis na solução do solo afeta a proporção de cátions absorvidos pelas raízes.

Portanto, esse trabalho teve como objetivo de avaliar o efeito da irrigação com águas salinas em interação com diferentes relações entre potássio e cálcio aplicados via fertirrigação sobre as características produtivas de berinjela.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de julho de 2016 a janeiro de 2017 no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN. 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 delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com quatro repetições, resultando em 80 unidades experimentais, representadas por vasos com capacidade para 20 dm³ de substrato. Os tratamentos foram resultantes de cinco relações iônicas entre potássio e cálcio ($\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$) na fertirrigação (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 irrigação (S1-0,5; S2-2,0;

S3-3,5 e S4-5,0 dS m⁻¹). A relação F3 corresponde a concentração recomendada por Trani et al. (2015),

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; Cl⁻= 1,80; HCO₃⁻= 3,00 e CO₃²⁻= 0,20 (mmol_c L⁻¹). Para obtenção dos demais níveis salinos (S2, S3, e S4), foi adicionado NaCl na água de menor salinidade, ajustando-se as salinidades com um condutivímetro de bancada.

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 utilizou-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.

O plantio foi realizado a partir de mudas produzidas em casa de vegetação, com bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 128 células, sendo utilizado substrato comercial próprio para hortaliças (fibra de coco) e a cultivar utilizada foi o híbrido Ciça. As bandejas foram mantidas em uma micro-piscina abastecida com lâmina constante de um centímetro contendo solução nutritiva até a data do transplante, que foi realizado quando as mudas estavam com três a quatro folhas definitivas

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.

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 colheitas foram realizadas quinzenalmente e em cada uma delas os frutos foram avaliados individualmente e com base nesses dados foram determinados os seguintes componentes de rendimento: número de frutos (NFR), comprimento de frutos (CFR), diâmetro de fruto (DFR), massa fresca de frutos (MFFR) e produção (PROD).

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância através do teste F. Os resultados referentes ao efeito das fertigações foram analisadas através do teste de

comparação de médias (Tukey, 5%). O efeito da salinidade foi analisado através de análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância, constatou-se efeito significativo da interação entre os fatores níveis de salinidade da água de irrigação e fertigações somente para as variáveis número de frutos (NFR) e diâmetro dos frutos (DFR), ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. Observando os efeitos isolados, os diferentes níveis de salinidade influíram de forma significativa em todas as variáveis analisadas, onde nas variáveis NFR, CRF, MFF e PROD a significância foi de 1% de probabilidade. Já analisando de forma isolada o efeito das diferentes fertigações, apenas o DFR obteve diferença significativa, a 1% de probabilidade (Tabela 1).

Para a variável CFR, observa-se uma resposta linear negativa, onde ocorreu uma redução progressiva desta variável com o aumento da condutividade elétrica (CE) da água de irrigação, independentemente da fertigação utilizada. Para cada incremento de uma unidade na CE obteve-se uma diminuição de 3,83 mm em seu comprimento, reduzindo de 110,34 para 94,01 mm, correspondendo a redução total de 14,8% (Figura 1A).

Para o CRF Oliveira et al. (2014) avaliando diferentes CE na água de irrigação e crescentes doses de nitrogênio (5 a 30 g planta⁻¹) também observaram resposta linear negativa ao aumento da salinidade, onde os frutos de maior comprimento foram obtidos na menor salinidade (0,5 dS m⁻¹), apresentando comprimento médio de 125 mm, enquanto na maior salinidade o comprimento médio observado foi de 97 mm.

Observando os valores obtidos para o DFR, todas as fertigações apresentaram respostas quadráticas para esta variável. As fertigações F1, F3, F4 e F5 apresentaram reduções no diâmetro até a salinidade de 3,5 dS m⁻¹, a partir dela as fertigações citadas apresentaram incrementos, de forma que na combinação entre a salinidade S4 e a fertigação F1, obteve-se a maior média para essa variável, sendo o valor de 70,61 mm (Figura 1B).

Mônaco et al. (2016) avaliaram doses crescentes de potássio (0; 36; 72; 108 e 144 kg ha⁻¹) no crescimento e na produção da berinjela e não observaram efeito significativo das doses para o comprimento e diâmetro dos frutos, obtendo valores médios de 146,00 mm e 67,68 mm, respectivamente.

Para o número de frutos (NFR), as fertigações F1, F2, F3 e F5 apresentaram resposta linear negativa, sendo que as reduções em relação ao aumento unitário da CE da água de irrigação foram de 0,76; 0,63; 1,35 e 0,88 frutos planta⁻¹, respectivamente. Para a fertigação F4 ocorreu resosra quadrática, onde o maior valor de NFR foi obtido na salinidade de 2,5 dS m⁻¹ (xxx frutos planta⁻¹).

Antonini et al. (2002) avaliando a capacidade produtiva de diferentes cultivares de berinjela, obtiveram um valor aproximado ao encontrado neste trabalho, de forma que para a mesma cultivar o número de frutos por planta foi de 12 frutos. Mônaco et al. (2016) observaram efeito significativo ($p < 0,05$) para essa variável, de forma que a dose calculada de 9,55 kg há⁻¹ foi a que proporcionou o número máximo de frutos, de 8,98 frutos planta⁻¹.

Oliveira et al. (2014) observaram efeito significativo da interação entre salinidade e adubação nitrogenada sobre o NFR. De forma que os valores médios encontrados pelos autores para as plantas submetidas a menor CE (0,5 dS m⁻¹) foi de 8,8 frutos planta⁻¹ e para a maior CE (4 ds m⁻¹) de 6,2 frutos planta⁻¹. Valores similares aos encontrados neste trabalho.

O decréscimo das variáveis produtivas provavelmente é devido ao aumento da salinidade, por ela provocar alterações no potencial osmótico, reduzindo o consumo de água e consequentemente de nutrientes, diminuindo o índice de pegamento dos frutos (Oliveira et al., 2014).

A MFFR apresentou resposta linear e negativa para o efeito da salinidade, em todas as fertigações, apresentando redução de 8,53 g planta⁻¹ por aumento unitário a salinidade, com perda total de 53% (Figura 1D). Oliveira et al. (2014) obtiveram resposta semelhante para a MFFR, onde o aumento da salinidade provocou decréscimo nesta variável, de forma que os frutos mais pesados foram obtidos nas plantas irrigadas com água de menor salinidade e a redução na sua massa por aumento unitário da CE foi de 11,38 g planta⁻¹. Já a redução total foi de 25,7%, quando comparada entre as salinidades, metade do valor encontrado nesse trabalho.

A PROD também não foi afetada pelo aumento da salinidade de forma semelhante entre as utilizadas, apresentando resposta linear e negativa, onde observa-se que para cada aumento unitário da CE na água de irrigação ocorreu uma diminuição na sua produção de 185,2 g planta⁻¹ e comparando entre a maior e menor salinidades observamos uma redução para essa variável de 22,13%. A maior média obtida para produção foi observada quando se utilizou a água de menor CE (0,5 dSm⁻¹), sendo de 1531,74 g planta⁻¹ (Figura 1E).

Moura & Carvalho (2014) avaliando os efeitos de diferentes lâminas e teores de sais na água de irrigação, observaram que conforme o teor esses teores de sais aumentam, há também

um aumento na perda de produção comercial. Eles observaram uma redução para a produção comercial de 30, 52 e 54% para as salinidades de 1,5; 3,5 e 5,5 dS m⁻¹, respectivamente.

Assim como neste trabalho, Silva et al. (2013) também relataram resposta linear negativa, indicando que houve decréscimo na produtividade à medida que se aumentava os níveis de CE da solução do solo. Unlukara et al. (2010) classificam a berinjela como moderadamente sensível a salinidade, apresentando redução no rendimento com salinidade a partir de 1,5 dS m⁻¹ e perda relativa de 4,4% para cada aumento unitário de condutividade elétrica.

CONCLUSÕES

Os comprimentos dos frutos diminuíram com o aumento da salinidade para todos os tratamentos. A salinidade afetou o diâmetro dos frutos e de forma positiva apenas na fertigação F1. Independentemente da fertigação utilizada as variáveis números, produção e massa fresca de frutos foram afetadas de forma semelhante, havendo redução das mesmas com o aumento da salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONINI, A. C. C.; ROBLES, W. G. R.; TESSARIOLI NETO, J.; KLUGE, R. A. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 4, p. 646-648, 2002.

BOSCO, M. C. O. Efeito do cloreto de sódio sobre o desenvolvimento e absorção de nutrientes na cultura da Berinjela. Fortaleza-CE, 2006. 74 p. Dissertação (Solos e nutrição de plantas), Universidade Federal do Ceará.

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).

FAO. 2015. FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso em 10 ago. 2015.

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

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.

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

MONACO, K. A.; BORELLI, A. B.; BISCARO, G. A. MOTOMIYA, A. V. A.; ZOMERFELD, P. S. Crescimento, produção e composição química de berinjela 'Ciça' sob fertigação potássica. Acta biol. Colomb., v. 21, n. 2, p. 423-430, 2016.

MOURA, D. C. M. & CARVALHO, J. A. Efeitos de diferentes lâminas e teores de sais na água de irrigação sobre o desenvolvimento e produção da berinjela. Irriga, v. 19, n. 1, p. 35-45, 2014.

OLIVEIRA, A. B. de; 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.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. R. Bras. Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, p.480-486, 2014.

RUBIO, J. S.; GARCÍA-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 Ca²⁺ fertilization. Scientia Horticulturae, v.119, n.2, p.79-97, 2009.

SILVA, M. L. de; TREVIZAM, A.R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição de plantas. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 149, p.10-17, 2015.

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

UNLUKARA, A.; KURUNÇ, A.; KESMEZ, G. D.; YURTSEVEN, E.; SUAREZ, D. L. Effects of salinity on eggplant (*Solanum Melongena* L.) growth and evapotranspiration. Journal of Irrigation and Drainage, v.59, p.203-214, 2010.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para número de frutos (NFR), comprimento de frutos (CFR), diâmetro de fruto (DFR), massa fresca de frutos (MMFR) e produção de frutos (PROD) de berinjela submetida à salinidade e fertirrigação cálcica e potássica.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		NFR	CFR	DFR	MMFR	PROD
Salinidade (S)	3	52,98**	1183,05**	50,61*	5719,21**	2633021,12**
Fertirrigação (F)	4	0,85 ^{ns}	111,00 ^{ns}	61,88**	691,70 ^{ns}	86336,95 ^{ns}
S x F	12	6,24*	160,62 ^{ns}	41,65**	930,83 ^{ns}	104425,49 ^{ns}
Bloco	3	0,14 ^{ns}	100,01 ^{ns}	10,43 ^{ns}	1019,34 ^{ns}	86113,33 ^{ns}
Resíduo	57	2,53	96,17	15,60	588,35	76699,73
CV (%)		22,25	9,73	6,53	16,15	25,52
Teste de médias		NFR	CFR	DFR	MMFR	PROD
F1		7,12 a [#]	99,74 a	63,59 a	158,11 a	1150,82 a
F2		7,50 a	104,71 a	61,31 ab	155,06 a	1170,99 a
F3		7,20 a	100,69 a	58,99 b	148,24 a	1063,29 a
F4		6,94 a	97,48 a	59,40 b	141,28 a	997,22 a
F5		6,94 a	101,35 a	59,18 b	148,37 a	1043,99 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.

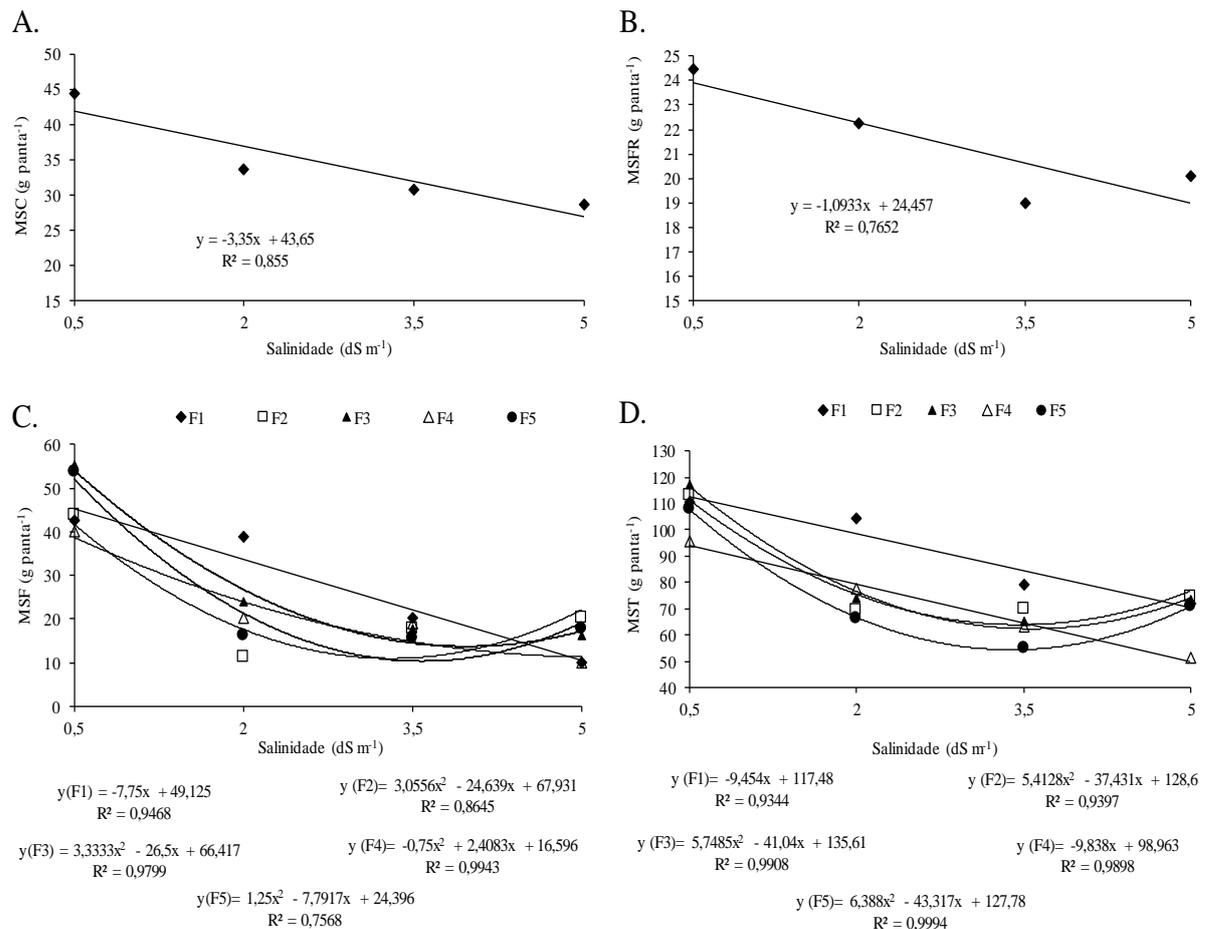


Figura 1. Comprimento do fruto (A), diâmetro do fruto (B), número de frutos por planta (C), massa fresca dos frutos (D) e produção (E) de berinjela em função da combinação entre a salinidade da água de irrigação e manejo da fertirrigação.