

RELAÇÕES HÍDRICAS EM MELANCIEIRA SOB ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE NITROGÊNIO

Saulo Soares da Silva¹, Geovani Soares de Lima², Vera Lúcia Antunes de Lima³, Hans Haj Gheyi⁴, Lauriane Almeida dos Anjos Soares², Francisco Wesley Alves Pinheiro¹

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar as relações hídricas em plantas de melanciaira ‘Crimson sweet’ em função das estratégias de manejos de irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação do CTRN/UFMG, no município de Campina Grande-PB. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2, sendo os tratamentos constituídos de seis estratégias de manejo de águas salinas variando os estádios de desenvolvimento da cultura da melanciaira (A- irrigação com água de baixa salinidade durante todo o ciclo da cultura, B- durante a fase vegetativa, C- na fase vegetativa e de floração, D- durante a fase de floração, E – na fase de frutificação, F-durante a maturação dos frutos), e duas doses nitrogênio (50 e 100% da recomendação para ensaios em vasos), com 4 repetições. As plantas foram submetidas a dois níveis de condutividade elétrica da água ($CE_a = 0,8$; e $3,2 \text{ dS m}^{-1}$). O estresse salino aplicado de forma isolada na fase vegetativa e de forma sucessiva durante as fases vegetativa e de floração comprometeram as relações hídricas das folhas da melanciaira ‘Crimson Sweet’. A dose de 50% de nitrogênio resultou em maior conteúdo relativo de água, e conseqüentemente em menor déficit de saturação hídrica nas folhas da melanciaira ‘Crimson Sweet’. A irrigação com água de alta salinidade apenas na fase vegetativa e de forma sucessiva durante as fases vegetativa e de floração comprometeram as relações hídricas das folhas da melanciaira ‘Crimson Sweet’.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, salinidade, adubação nitrogenada.

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB. Fone (83) 999083364. e-mail: saulosoares90@gmail.com; jailtonbiosistemas@gmail.com.

²Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. e-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br; lauriane.soares@pq.cnpq.br.

³Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. e-mail: antuneslima@gmail.com.

⁴Prof. Doutor, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas -BA. e-mail: hgheyi@gmail.com

WATER RELATIONS IN WATERMELON UNDER IRRIGATION STRATEGIES WITH SALT WATER AND NITROGEN DOSES

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the water relations in 'Crimson sweet' watermelon plants as a function of irrigation management strategies with salt water and nitrogen doses. The work was developed in a greenhouse of the CTRN / UFCG, in the city of Campina Grande-PB. The experimental design was a randomized block design, in a 6 x 2 factorial scheme. The treatments consisted of six saltwater management strategies varying the development stages of the watermelon culture (A- irrigation with low salinity water throughout the (B) during the vegetative phase, (C) in the vegetative and flowering phase, (D) during the flowering phase, (E) in the fruiting stage, (F) during fruit maturation), and two nitrogen doses and 100% of the recommendation for potting trials), with 4 replicates. The plants were submitted to two levels of water electrical conductivity (CEa = 0.8 and 3.2 dS m⁻¹). Saline stress applied separately in the vegetative phase and successively during the vegetative and flowering phases compromised the water relations of 'Crimson Sweet' watermelon leaves. The 50% nitrogen dose resulted in a higher relative water content and, consequently, a lower water saturation deficit in Crimson Sweet watermelon leaves. Irrigation with high salinity water only in the vegetative phase and successively during the vegetative and flowering phases compromised the water relations of 'Crimson Sweet' watermelon leaves.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, salinity, nitrogen fertilization

INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus*) é cultivada em quase todos os Estados brasileiros e sua produção representa, aproximadamente, 10% do volume total de hortaliças produzidas no país, sendo também a segunda hortaliça mais exportada (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2016). No Brasil, essa cultura exerce uma função de destaque, principalmente na região Nordeste, devido as condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo.

Apesar da melancia possuir boa adaptação as condições climáticas da região semiárida do Nordeste, nessa região ocorre escassez de recursos hídricos em termos quantitativos e qualitativos, devido a ocorrência de longos períodos de estiagem e a irregularidade anual das precipitações, sendo um fator limitante para a produção agrícola na

região, o que induz a utilização de águas com elevados teores de sais, as quais proporcionam efeitos deletérios sobre os cultivos agrícolas. Os efeitos dos sais sobre as plantas podem resultar em alterações fisiológicas, morfológicas e bioquímicas, devido a ação osmótica, desequilíbrio nutricional refletindo na toxicidade dos íons nas plantas (FERREIRA *et al.*, 2007).

Uma técnica que vem sendo usada para a mitigação dos efeitos dos sais nas plantas é o uso de estratégias de manejo com águas salinas variando os estádios de desenvolvimento da cultura e a adubação nitrogenada, que além de promover o crescimento, pode também reduzir os efeitos do estresse salino nas plantas (FLORES *et al.*, 2001), explicada pela função que este nutriente na produção de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e clorofilas (TAIZ & ZEIGER, 2013), devido o acúmulo desses solutos orgânicos elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumentar a tolerância das culturas ao estresse salino (SILVA *et al.*, 2008).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as relações hídricas foliares da melanciaira ‘Crimson sweet’ em função das estratégias de manejo de irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de janeiro a abril de 2017, em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 12 tratamentos (6 estratégias de manejo da salinidade x 2 doses de nitrogênio), com quatro repetições, perfazendo um total de 48 unidades experimentais.

As seis estratégias de manejo da salinidade foram constituídas por dois níveis de condutividade elétrica (CEa), uma de baixa salinidade (CEa = 0,8 dS m⁻¹) e a outra com alta CEa (3,2 dS m⁻¹), variando em função das fases fenológicas das plantas, compondo os seguintes tratamentos: A = sem estresse ao longo do ciclo da cultura; B = estresse salino apenas na fase vegetativa; C = estresse salino na fase vegetativa e na floração; D = estresse salino na fase de floração; E = estresse salino na fase de frutificação; F = estresse salino na fase de maturação dos frutos. Já as doses de nitrogênio foram de 50 e 100% da recomendação para ensaios em vasos (100 mg de N kg⁻¹ solo) (NOVAIS *et al.*, 1991), onde as mesmas foram

divididas em três aplicações em cobertura, aos 25, 37 e 47 DAS, sendo nitrato de cálcio a fonte utilizada.

A cultura utilizada foi a Melancia cultivar Crimson Sweet. As plantas foram cultivadas em recipientes plástico, adaptados como lisímetros de drenagem com, aproximadamente, 20 L de capacidade. Foram acondicionados nos lisímetros 24 kg de um material de solo proveniente de áreas de cultivo da cidade de Lagoa Seca PB, cujos valores dos atributos físico-hídricos e químicos, determinados em laboratório, antes da semeadura: $\text{Ca}^{2+} = 2,6 \text{ cmolc kg}^{-1}$; $\text{Mg}^{2+} = 3,66 \text{ cmolc kg}^{-1}$; $\text{Na}^+ = 0,16 \text{ cmolc kg}^{-1}$; $\text{K}^+ = 0,22 \text{ cmolc kg}^{-1}$; $\text{H}^+ = 1,93 \text{ cmolc kg}^{-1}$; $\text{Al}^{3+} = 0 \text{ cmolc kg}^{-1}$; $\text{CTC} = 23,78 \text{ cmolc kg}^{-1}$; Matéria orgânica = $1,36 \text{ dag kg}^{-1}$; $\text{P} = 6,8 \text{ mg kg}^{-1}$ e pH em água (1:2,5) = 5,9.

As adubações com fósforo e potássio foram realizadas conforme recomendação para ensaios em vasos, contida em Novais *et al.* (1991), sendo aplicado 300 e 150 mg kg^{-1} de solo de P_2O_5 e K_2O , respectivamente, nas formas de superfosfato simples e nitrato de potássio, aplicados em cobertura divididos em três aplicações iguais durante o decorrer do experimento.

Antes do semeio elevaram-se o teor de umidade do solo ao nível correspondente ao da capacidade de campo (CC), em todas as unidades experimentais utilizando-se água de baixa salinidade. Após a semeadura, as irrigações foram realizadas diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada recipiente o volume correspondente a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico, tomando-se como base os termos: VC é o volume consumido, considerando o volume de água aplicado às plantas (VA) no dia anterior; VD é o volume drenado, quantificado na manhã do dia seguinte e FL é a fração desejada de lixiviação, a ser estimada em 10%, a fim de reduzir a manutenção de parte dos sais acumulados na zona radicular, provenientes da água de irrigação. Aos 24 DAS, após as plantas estarem estabelecidas, iniciou-se a aplicação em cada recipiente, da água de menor nível salino, conforme tratamento.

A água utilizada na irrigação do tratamento de menor salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) foi obtida diluindo-se a água do sistema público de abastecimento de Campina Grande, com água de captada de chuvas ($\text{CEa} = 0,02 \text{ dS m}^{-1}$); o nível correspondente à CEa de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ foi preparado de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente. No preparo da água de irrigação de maior salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais ($10 \text{ meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$ de CEa), extraída de Rhoades *et al.* (1992).

Aos 60 dias após o semeio, na fase de frutificação, foram analisadas as relações hídricas nas plantas de melancieira através das variáveis: conteúdo relativo de água – CRA%, déficit

de saturação hídrica – DSH%, percentual de danos na membrana celular - %D e potencial osmótico – ψ_s .

Para determinação do potencial osmótico foliar da melanciaira, folhas do ramo principal das plantas foram coletadas em cada parcela experimental, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas na temperatura de 5 °C; para extração do suco celular, as amostras foram colocadas em tubos para centrifugação a 10000 rpm durante 10 minutos; o ponto de congelamento das amostras foi mensurado através da leitura de alíquotas de 5 mL em osmômetro microprocessador (PZL 1000) encontrando-se, desta forma, a osmolalidade da amostra em mOsm kg⁻¹ H₂O sendo convertido em MPa, conforme recomendação contida em Bagatta et al. (2008), através da Eq.1:

$$\psi = -C \times 2,58 \times 10^{-3} \quad (1)$$

Em que: ψ_s (MPa) = potencial osmótico foliar - MPa; C= osmolalidade da amostra - mOsm kg⁻¹ H₂O, encontrada na leitura do osmômetro.

No sentido de avaliar a capacidade de desruptura da membrana celular sob condições de estresse salino foi determinado o percentual de dano na membrana celular. Para tanto, foram coletadas, também no ramo principal das plantas, 4 discos foliares de 113 mm² de área, lavados com água destilada visando à retirada de outros eletrólitos aderidos às folhas, em seguida, foram acondicionados em becker, com 50 mL de água bidestilada e fechados hermeticamente com papel alumínio. Durante 120 minutos às amostras ficaram em temperatura de 25 °C, e procedida a condutividade elétrica inicial (Ci); posteriormente, conduziu-se os beckers à estufa com ventilação forçada de ar e submetidas à temperatura de 80 °C, durante 150 minutos, quando então foi procedida novamente a mensuração da condutividade elétrica final (Cf). Desta forma, o percentual de dano na membrana celular foi obtido de acordo com Scotti-Campos et al. (2013), conforme Eq .2:

$$\%D = \frac{C_i}{C_f} \times 100 \quad (2)$$

Em que: %D = percentual de dano na membrana celular (%); Ci= condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹); Cf= condutividade elétrica final (dS m⁻¹);

O déficit de saturação hídrica foi determinado seguindo a metodologia descrita por Taiz & Zeiger (2013), conforme Eq. 3:

$$DSH = \frac{MT-MF}{MT-MS} \times 100 \quad (3)$$

Em que: DSH = déficit de saturação hídrica (%); MF= massa fresca de folha (g); MT= massa túrgida (g); MS = Massa seca (g).

O conteúdo relativo de água (CRA) foi obtido usando a relação entre a diferença de peso fresco e seco com a diferença de peso túrgido e seco. O peso túrgido dos discos foliares foi obtido por hidratação rápida, com remoção do excesso de água da superfície dos tecidos e o peso seco dos discos obtidos em estufa de ar forçado, à 60°C por um período de 24 horas. O CRA máximo foi determinado após a hidratação rápida dos discos foliares e mensurado a cada 90 minutos em folhas expostas ao ambiente com a finalidade de promover a redução do CRA.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizado o teste de médias por Tukey ($p < 0,05$) para as estratégias de manejo da salinidade e doses de nitrogênio, utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL 5.1 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($p < 0,01$) para as estratégias de manejo da salinidade para as variáveis CRA, DSH, D% e ΨS (Tabela 1). As doses de N influenciaram de forma significativa ($p < 0,01$) apenas as variáveis CRA e DSH. Não houve efeito significativo na interação dos fatores estudados (EMS x DN) para a melancieira Crimson Sweet, aos 60 dias após sementeio.

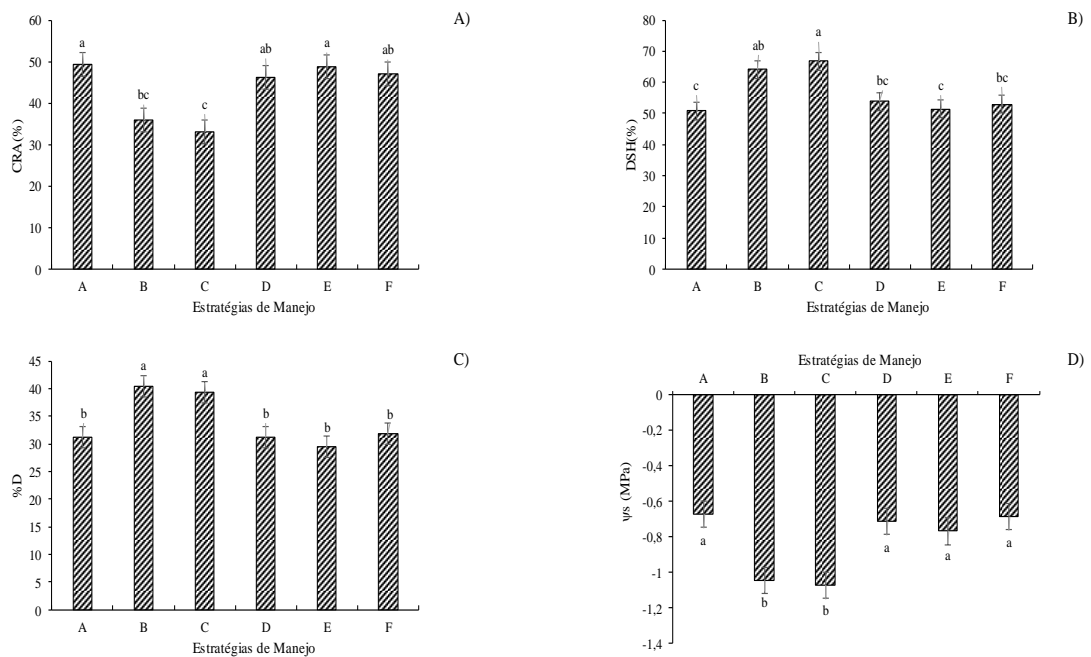
Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis conteúdo relativo de água (CRA), déficit de saturação hídrica (DSH), percentual de dano na membrana celular (%D) e potencial osmótico foliar (ΨS) da melancieira Crimson Sweet cultivada sob estratégias de manejo da salinidade (EMS) e doses de nitrogênio (DN), aos 60 dias após o sementeio.

FV	GL	Quadrados Médios			
		CRA	DSH	%D	ΨS
EMS	5	390,16**	390,16**	176,91**	0,26**
DN	1	515,47**	515,47**	0,68 ^{ns}	0,01 ^{ns}
EMS x DN	5	47,42 ^{ns}	47,42 ^{ns}	3,40 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Bloco	3	105,84 ^{ns}	105,84 ^{ns}	1,45 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Resíduo	33	55,86	55,86	8,89	0,01
Média		43,36	56,64	33,90	0,82
CV (%)		17,24	13,20	8,80	13,20

GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação; **significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

As estratégias de manejo da salinidade da água influenciaram de forma significativa todas as variáveis analisadas (Figura 1A, B, C e D). Através do teste de comparação de

médias (Figura 1A), verificou-se que as plantas de melanciaira quando cultivadas sob irrigação com águas salinas nas fases vegetativa/floração, obtiveram o menor conteúdo relativo de água, diferindo-se estatisticamente das que receberam as estratégias A, B, D, E e F. A diminuição na CRA pode estar relacionada a sensibilidade da cultura ao estresse salino e o maior tempo de exposição dessas plantas ao estresse, já que foram irrigadas durante duas fases fenológicas seguidas com água de maior CEA ($3,2 \text{ dS m}^{-1}$). Além disso, a elevada concentração de sais da água de irrigação pode ter influenciado no processo de água pelas plantas de melanciaira, provocando desestabilização das membranas, o que pode reduzir a turgescência celular e, por conseguinte, diminuir o crescimento das plantas, devido as interferências nos processos. De acordo com Dias *et al.* (2011), as plantas têm seu status hídrico afetado pela salinidade da água de irrigação de forma distinta em função do seu estágio de desenvolvimento. Contudo, Fageria *et al.* (2010) e Sharma & Minhas (2005) destacaram de uma maneira geral, que a sensibilidade das culturas é maior nos estágios iniciais de crescimento.



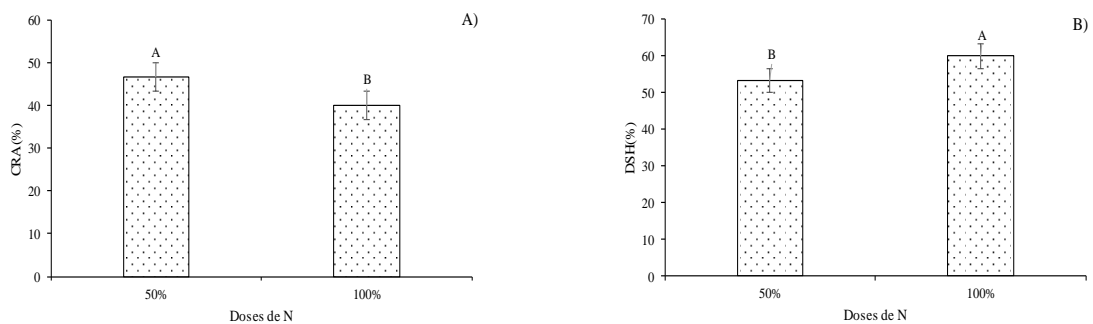
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A = sem estresse ao longo do ciclo da cultura; B = estresse salino apenas na fase vegetativa; C = estresse salino na fase vegetativa e na floração; D = estresse salino na fase de floração; E = estresse salino na fase de frutificação; F = estresse salino na fase de maturação dos frutos.

Figura 1. Conteúdo relativo de água – CRA (A), déficit de saturação hídrica – DSH (B), percentual de danos na membrana celular - %D (C) e potencial osmótico - ψ_s (D) da melanciaira “Crimson Sweet”, em função das estratégias de manejo da salinidade da água.

Verificou-se para o CRA (Figura 2A) e o DSH (Figura 2B), que as plantas de melanciaira que receberam a menor dose de N (50% da recomendação) obtiveram o maior CRA e o menor DSH, respectivamente, em relação as que estavam submetidas a maior dose

de N. Possivelmente a redução no CRA e DSH tenha ocorrido devido ao aumento na adubação nitrogenada tenha resultado em alteração na homeostase iônica nessas plantas, além disso pode ter causado a deficiência de outros nutrientes como o potássio, onde segundo Gurgel et al. (2010), este macronutriente participa da manutenção do equilíbrio iônico e da turgidez das células, através do controle da abertura e do fechamento dos estômatos. Conforme Engels & Marschner (1995), o excesso de N pode causar maior crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular deixando a planta mais suscetível à deficiência hídrica e de nutrientes, principalmente fósforo (P) e potássio (K⁺), e ainda, reduzir a fotossíntese por aumento no autosombreamento.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 2. Conteúdo relativo de água – CRA (A) e déficit de saturação hídrica – DSH (B), da melanciaira “Crimson Sweet”, em função das doses de nitrogênio.

CONCLUSÕES

O estresse salino aplicado de forma isolada na fase vegetativa e de forma sucessiva durante as fases vegetativa e de floração comprometeram as relações hídricas das folhas da melanciaira ‘Crimson Sweet’.

A dose de 50% de nitrogênio proporcionou maior conteúdo relativo de água e menor déficit de saturação hídrica nas folhas da melanciaira.

As plantas de melanciaira que receberam água de elevada concentração salina nas fases vegetativa e vegetativa/floração reduziram o potencial osmótico foliar, contudo, aumentou o percentual de danos na membrana celular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DAS HORTALIÇAS. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p.

- BAGATTA, M.; PACIFICO, D.; MANDOLINO, G. Evaluation of the osmotic adjustment response within the Genus Beta. *Journal of Sugar Beet Research*, v.45 n.3, p. 119-131, 2008.
- DIAS, N. da S.; OLIVEIRA, A. M. de; SOUSA NETO, O. N. de; BLANCO, F. F.; REBOUÇAS, J. R. L. Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 3, p. 915-921, 2011.
- ENGELS, C.; MARSCHENER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, E. P. *Nitrogen fertilization in the environment*. New York: Marcel Dekker, 1995. p.41-71.
- FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C.F. (ed.) *Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado*. Fortaleza: INCTSal, 2010. p.212-225.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042. 2011.
- FERREIRA, P. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B. Produção relativa do milho e teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, n.1, p.7-16, 2007.
- FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. *Journal of Plant Nutrition*, v.24, n.10, p.1561-1573, 2001.
- GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 1, p. 18-28, 2010.
- NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. (ed.) *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: Embrapa-SEA. p.189-253. 1991.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).
- SCOTTI-CAMPOS, P; PHAM-THI, ANH-THU; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three *Vigna* genotypes with contrasting drought tolerance. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v.25, n.12, p.1002-1013, 2013.

SHARMA, B. R.; MINHAS, P. S. Strategies for managing saline/álcali waters for sustainable agricultural production in South Asia. *Agricultural Water Management*, v.78, n.1-2, p.136-151, 2005.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany*, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 918, 2013.