

PIGMENTOS CLOROPLASTÍDICOS NA MELANCIEIRA CULTIVADA SOB ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA SALINIDADE E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Saulo Soares da Silva¹, Geovani Soares de Lima², Vera Lúcia Antunes de Lima³, Hans Haj Gheyi⁴, Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁵, Jailton Garcia Ramos⁶

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar os pigmentos cloroplastídicos da 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/UFCCG, no município de Campina Grande-PB, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2, cujos os tratamentos foram 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 quatro repetições. As plantas foram submetidas a dois níveis de condutividade elétrica da água (CEa = 0,8; e 3,2 dS m⁻¹). O estresse salino aplicado na fase vegetativa reduz o teor de clorofila *a* das plantas da melanciaira ‘Crimson Sweet’. O estresse salino aplicado nas fases vegetativa e floração de forma sucessiva e de forma isolada na fase de floração reduziu a síntese de clorofila *b* das plantas da melanciaira ‘Crimson Sweet’. O estresse salino aplicado na fase vegetativa e de floração diminuiu o teor de clorofila total das plantas da melanciaira. A irrigação com água salina na fase de floração resultou em declínio nos teores de carotenoides totais da melanciaira ‘Crimson Sweet’.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, salinidade, nitrogênio

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

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

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

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

CHLOROPLASIDIC PIGMENTS IN WATERMELON CULTIVATED UNDER SALINITY MANAGEMENT AND NITROGEN FERTILIZATION STRATEGIES

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the chloroplast pigments of the watermelon Crimson sweet as a function of saline irrigation management strategies and nitrogen rates. The work was carried out in a greenhouse of CTRN / UFCG, in the city of Campina Grande-PB, using a randomized block experimental design in a 6 x 2 factorial scheme, whose treatments consisted of six water management strategies. salines varying the stages of watermelon crop development (A- irrigation with low salinity water throughout the crop cycle, B- during the vegetative phase, C- in the vegetative and flowering phase, D- during the flowering phase, E - in the fruiting phase, F-during fruit ripening), and two nitrogen doses (50 and 100% of the recommendation for pot tests), with four repetitions. The plants were subjected to two levels of electrical conductivity of water ($ECa = 0.8$; and 3.2 dS m^{-1}). Saline stress applied in the vegetative phase reduces the chlorophyll content of that of 'Crimson Sweet' watermelon plants. Saline stress applied in the vegetative and flowering phases successively and in isolation in the flowering phase reduced the chlorophyll b synthesis of 'Crimson Sweet' watermelon plants. Saline stress applied in the vegetative and flowering phase decreased the total chlorophyll content of watermelon plants. Irrigation with saline water in the flowering phase resulted in a decline in the total carotenoid contents of the 'Crimson Sweet' watermelon.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, salinity, nitrogen

INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) pertencente à família *Cucurbitaceae*, destaca-se por possuir um fruto muito apreciado pelo seu sabor adocicado, o qual possui altos teores de água (BASTOS et al., 2008). No Brasil, a melancia é considerada uma das mais importantes olerícolas produzidas e comercializadas (SARAIVA et al., 2013), sendo cultivada praticamente em todo território, tendo a região Nordeste a principal produtora (OLIVEIRA et al., 2016).

Entretanto, esta região está sujeita à variação agroclimática, sendo comum a ocorrência de altas temperaturas, baixa pluviosidade, distribuição pluviométrica irregular e elevadas

taxas de evapotranspiração na maior parte do ano, favorecendo a escassez de águas superficiais, sendo a prática da irrigação uma medida importante para garantir o suprimento hídrico nos momentos de maiores demandas (NOBRE et al., 2011).

Contudo, verificam-se, nessa região, em vários locais, concentrações relativamente elevadas de sais na água de poços, açudes e rios (AUDRY; SUASSUNA, 1995), e o que pode influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas, principalmente da melancia, onde vários estudos têm demonstrado que a melancia é uma cultura sensível a salinidade, e segundo Ayers e Westcot, (1999) e Hoffman e Shalhevet (2007), o nível limiar da cultura é de $2,2 \text{ dS m}^{-1}$, reduzindo efetivamente sua produtividade com valores acima deste nível salino.

Os efeitos marcantes da salinidade sobre as plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade iônica e no desequilíbrio da absorção dos nutrientes, gerando a redução generalizada do seu crescimento, com sérios prejuízos à atividade agrícola (AHMED e MORITANI, 2010).

Por isso, se faz necessário à busca por tecnologias que diminuam as consequências da salinidade (DIAS et al., 2011; SÁ et al., 2015). Dentre as tecnologias usadas na exploração agrícola, destaca-se o suprimento nutricional, sendo o nitrogênio um dos nutrientes mais exigidos em termos de quantidade pela melancia. O nitrogênio melhorara a capacidade de absorção, síntese de aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos e clorofilas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, estudos realizados com uso de águas salinas em várias espécies evidenciam que o acúmulo desses solutos orgânicos pode elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, aumenta a tolerância ao estresse salino e hídrico (SILVA et al., 2008).

Outra técnica que vem sendo usada para a redução dos efeitos dos sais nas plantas é o uso de estratégias de manejo com águas salinas nos estádios em que a cultura apresenta maior tolerância (BARBOSA et al., 2012). Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar os pigmentos cloroplastídicos da melancia ‘Crimson sweet’ em função das estratégias de manejos de irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido 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 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: Ca²⁺ = 2,6 cmolc kg⁻¹; Mg²⁺ = 3,66 cmolc kg⁻¹; Na⁺ = 0,16 cmolc kg⁻¹; K⁺ = 0,22 cmolc kg⁻¹; H⁺ = 1,93 cmolc kg⁻¹; Al³⁺ = 0 cmolc kg⁻¹; CTC = 23,78 cmolc kg⁻¹; Matéria orgânica = 1,36 dag kg⁻¹; P = 6,8mg 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 P₂O₅ e K₂O, 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 determinados, os teores de clorofila *a* e *b* (g m^{-2}) seguindo o método laboratorial desenvolvido por Arnon (1949), por meio de amostras de 5 discos do limbo da terceira folha madura, do ramo principal da melanciaira. A partir dos extratos, foram determinadas as concentrações de clorofila e carotenóides nas soluções por meio do espectrofotômetro no comprimento de onda de absorvância (ABS) (470, 646, e 663 nm), por meio das equações: Clorofila *a* ($\text{Cl } a$) = $12,21 \text{ ABS}_{663} - 2,81 \text{ ABS}_{646}$; Clorofila *b* ($\text{Cl } b$) = $20,13 \text{ ABS}_{646} - 5,03 \text{ ABS}_{663}$; Carotenóides totais (Car) = $(1000 \text{ ABS}_{470} - 1,82 \text{ Ca} - 85,02 \text{ Cb})/198$. Os valores obtidos para os teores de clorofila *a*, *b* e carotenóides nas folhas foram expressos em $\mu\text{m g}^{-1}$ de matéria fresca ($\mu\text{m g}^{-1}$ MF).

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 *Cl a*, *Cl b*, *Cl T* e ($p < 0,05$) *Car* (Tabela 1). Não houve diferença significativa para as doses de N quando estudadas de forma isolada, e nem para a interação entre os fatores estudados (EMS x DN), para as variáveis de pigmentos cloroplastidicos da melanciaira ‘Crimson Sweet’, aos 60 dias após o semeio.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), clorofila total (*Cl T*) e carotenoides totais (*Car*) da melanciaira Crimson Sweet cultivada sob estratégias de manejo da salinidade da água e doses de nitrogênio, aos 60 dias após o semeio.

| FV | GL | Quadrados Médios | | | |
|----------|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | <i>Cl a</i> | <i>Cl b</i> | <i>Cl T</i> | <i>Car</i> |
| EMS | 5 | 6,49** | 8,73** | 16,55** | 0,98* |
| DN | 1 | 0,82 ^{ns} | 3,43 ^{ns} | 7,61 ^{ns} | 0,05 ^{ns} |
| EMS x DN | 5 | 2,35 ^{ns} | 2,05 ^{ns} | 5,31 ^{ns} | 0,30 ^{ns} |
| Bloco | 3 | 7,69** | 1,54 ^{ns} | 4,31 | 0,84 ^{ns} |
| Resíduo | 33 | 1,52 | 1,80 | 3,34 | 0,34 |
| Média | | 7,57 | 5,70 | 13,28 | 1,03 |
| CV (%) | | 16,31 | 23,54 | 13,77 | 56,86 |

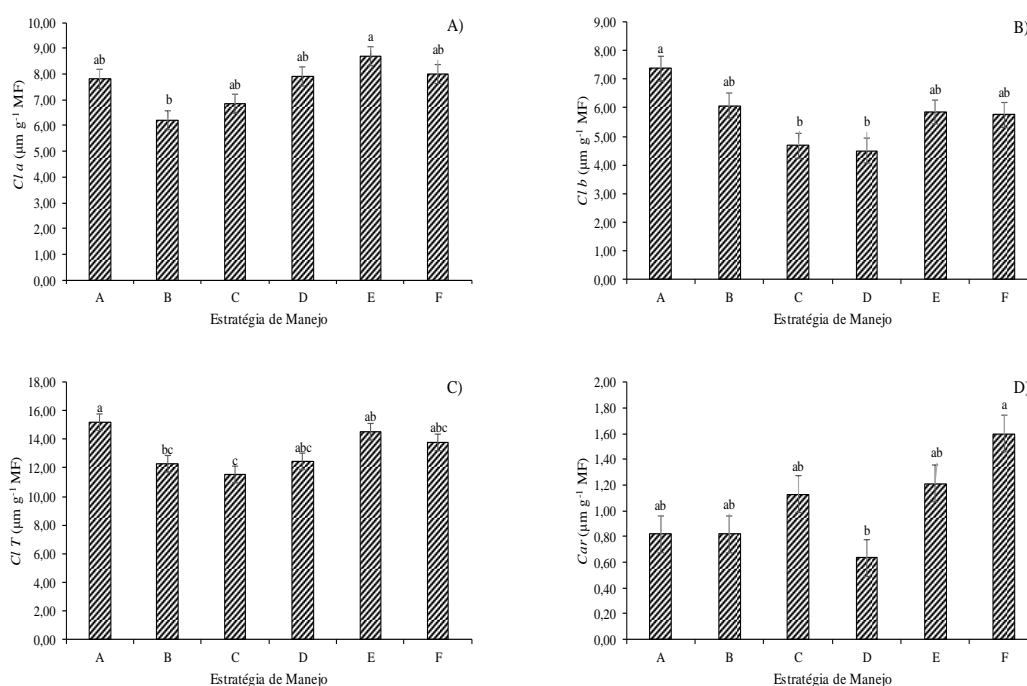
GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação; **significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Os teores de pigmentos cloroplastídicos foram influenciados significativamente pelas estratégias de manejo de águas salinas, e através do teste de comparação de médias para a *Cl a* (Figura 1A), verifica-se que as plantas cultivadas sob a estratégia B (estresse salino apenas na fase vegetativa) obtiveram os menores valores médios de *Cl a*, porém não diferiram das plantas sob as estratégias A, C, D e F. Porém ao se aplicar estresse salino na fase de frutificação (estratégia E), as plantas de melanciaira obtiveram maiores valores médios de *Cl a*. Para a *Cl b* (Figura 1B), as plantas de melanciaira sob as estratégias C e D (estresse na floração e estresse na fase vegetativa e floração respectivamente) obtiveram menores valores de *Cl b*, apresentando decréscimos quando comparadas as plantas irrigadas com a estratégia A. Já para a *Cl T* (Figura 1C), as plantas sob a estratégia C obtiveram os menores valores médios de clorofila, apresentando também decréscimos quando comparadas as plantas sob a estratégia A. Em relação a *Car* (Figura 1D), as plantas sob as estratégias D obtiveram os menores valores médios de carotenoides, porém não diferiram das plantas irrigadas com as estratégias F (estresse salino na fase de maturação).

Tanto para a *Cl b* quanto para o *Car* o estresse aplicado nas fases finais da cultura (frutificação e maturação dos frutos) favoreceu essas plantas em maiores valores médios, já para a *Cl a* e *Cl T*, o estresse salino na fase vegetativa e de floração apresentaram os menores teores de pigmentos. De uma maneira geral, a sensibilidade das culturas é maior nos estádios iniciais de crescimento (FAGERIA et al., 2010; SHARMA & MINHAS, 2005). Entretanto, a intensidade com que o estresse salino afeta os pigmentos cloroplastídicos das plantas dependem de vários fatores, dentre eles, intensidade e duração do estresse (MUNNS; TESTER, 2008).

Além disso, a redução no teor de clorofila devido a imposição do estresse salino pode ter sido ocasionada pelo o aumento da síntese da enzima clorofilase, que atua na degradação das moléculas dos pigmentos. Outrossim, o declínio na síntese de carotenoides nas plantas pode ser uma estratégia de proteção na qual ocorre a redução no gasto de energia, vital à síntese de clorofila pode favorecer outros processos fisiológicos, reduzindo assim os danos ocasionados pelo estresse salino.

De acordo com Munns e Tester (2008), os decréscimos nos teores de clorofila são resultados dos desbalanços nas atividades fisiológicas e bioquímicas causadas pelo excesso de sais, além do tolerado pelas culturas, além disso, o excesso de sais pode provocar a atividade enzimática da clorofilase que degrada as moléculas do pigmento fotossintetizante e induz a destruição estrutural dos cloroplastos, provocando também o desbalanceamento e perda de atividade das proteínas de pigmentação.



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. Clorofila a - $Cl a$ (A), clorofila b - $Cl b$ (B), clorofila total - $Cl T$ (C) e carotenoides totais - Car (D) da melanciaira "Crimson Sweet", em função das estratégias de manejo da salinidade da água.

CONCLUSÕES

O estresse salino aplicado na fase vegetativa reduz o teor de clorofila *a* das plantas da melanciaira ‘Crimson Sweet’.

O estresse salino aplicado nas fases vegetativa e floração e de forma isolada na fase de floração reduzem o teor de clorofila *b* das plantas da melanciaira ‘Crimson Sweet’.

O estresse salino aplicado na fase vegetativa e de forma sucessiva na fase vegetativa e floração diminui o teor de clorofila total das plantas da melanciaira.

A irrigação com água salina na fase de floração resulta em declínio nos teores de carotenoides totais da melanciaira na fase de floração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, B. A. O.; INOUE, M.; MORITANI, S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. **Agricultural Water Management**, v.97, n.1, p.165–170, 2010.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A Salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino**: caracterização, variação sazonal e limitações de uso. Recife: CNPq, 1995.128p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. N. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB. 1999. 153 p. (Estudos FAO, Irrigação e drenagem, 29 revisado 1).

BARBOSA, F. S.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; FARIAS, G. C.; SILVA JÚNIOR, R. J. C.; LAGE, Y. A.; HERNANDEZ, F. F. F. Productivity and ion content in maize irrigated with saline water in a continuous or alternating system. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1731-1737, 2012.

BASTOS, F.G.C.; AZEVEDO, B.M.; REGO, J.L.; VIANA, T.V.A.; D’ÁVILA, J.H.T. Efeitos de espaçamentos entre plantas na cultura da melancia na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.2, p.240-244, 2008.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica

do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p. 644-651, 2011.

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.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido Tide. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.93-97, 2004.

HOFFMAN, G. J.; SHALHEVET, J. Controlling Salinity. In: Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 2nd Edition. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, p. 160-207, 2007.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.3, p.929-937, 2011.

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.

OLIVEIRA, F. A. de; SÁ, F. V. da S.; PEREIRA, F. H. F.; ARAÚJO, F. N. de; PAIVA, E. P. de; ALMEIDA, J. P. N. de. Comportamento fisiológico e crescimento de plantas de melancia sob diferentes concentrações de solução nutritiva. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.1, p. 439-448, 2016.

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).

SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; COSTA, J. D.; ARAÚJO, J. C. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Irriga**, v.20, n.1, p.46-59, 2015.

SARAIVA, K. R.; VIANA, T. V. de A.; COSTA, S. C.; COELHO, E. L.; CELEDONIO, C. A.; LIMA, G. H. P. de; Influência da densidade de plantio da cultura da melancia sobre suas características de produção, na chapada do Apodi, CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.2, p.128-135, 2013.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N, F.; AZEVEDO NETO, A. D.; **Physiological responses to sal stress in 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.