

ESTRESSE SALINO E DOSES DE AIA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO

Elysson Marcks Gonçalves Andrade¹, Luderlandio de Andrade Silva², Romulo Carantino Lucena Moreira³, Saulo Soares da Silva⁴, Karoline Maria Mendes Dias⁵, Idelvan José da Silva⁶

RESUMO: No cultivo de plantas frutíferas, o maracujazeiro amarelo tem demonstrado bom retorno econômico. Por outro lado, a salinidade da água e do solo prejudica a produção agrícola, principalmente na região semiárida. Diante disso, é importante a busca por estratégias que amenizem os problemas ocasionados pelo excesso de sais em mudas de maracujazeiro. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo sob estresse salino e doses de AIA. O experimento foi conduzido em ambiente protegido durante o período de abril a junho de 2016, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da UFCG, localizado no município de Pombal, PB. O delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, com 4 repetições e uma planta por parcela. Os fatores correspondem a cinco níveis condutividade elétrica da água (CEa) (0,3 1,3, 2,3, 3,3 e 4,3 dS m⁻¹), associados a cinco doses de AIA (0, 50, 75, 100 e 150%). O aumento dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o crescimento das mudas de maracujazeiro aos 45 dias após o transplântio. As doses de AIA não atenuaram o efeito do estresse salino sobre o crescimento das mudas de maracujazeiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, condutividade elétrica da água, Auxina

GASEOUS EXCHANGES OF YELLOW PASSION FRUIT SEEDLINGS UNDER SALINE STRESS AND AIA DOSES

¹ Professor, Doutor, Faculdade Santa Maria, FSM, Cajazeiras, PB, Brasil. Fone: 83 – 999000983. E-mail: marcksagro@gmail.com

² Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: luderlandioandrade@gmail.com

³ Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: romulocarantino@gmail.com

⁴ Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: saulosoares90@gmail.com

⁵ Discente do Curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, PB, Brasil. Fone: (83) 996126442 E-mail: karol_mendes_dias@hotmail.com

⁶ Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: idelvan3@hotmail.com

ABSTRACT: In the cultivation of fruit plants, the yellow passion fruit has shown good economic return. On the other hand, the salinity of water and soil impairs agricultural production, especially in the semi-arid region. Given this, it is important to search for strategies to alleviate the problems caused by the excess of salts in passion fruit seedlings. The objective of this work was to evaluate the growth of yellow passion fruit seedlings under saline stress and EIA doses. The experiment was conducted in a protected environment from April to June 2016, at the Center for Science and Agri-Food Technology (CCTA) at the UFCG, located in the municipality of Pombal, PB. The experimental design of randomized blocks, in a 5 x 5 factorial scheme, with 4 replications and one plant per plot. The factors correspond to five levels of electrical conductivity of water (CEa) (0.3, 1.3, 2.3, 3.3 and 4.3 dS m⁻¹), associated with five doses of AIA (indole acetic acid) (0, 50, 75, 100 and 150%). The increase in the electrical conductivity levels of irrigation water reduced the growth of yellow passion fruit seedlings at 45 days after transplanting. The doses of AIA did not attenuate the effect of salt stress on the growth of yellow passion fruit seedlings.

KEYWORDS: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, electrical conductivity of water, auxin

INTRODUÇÃO

A salinidade é apresentada como um dos principais fatores do ambiente a limitar a produção das culturas, reduzindo o crescimento das plantas, inicialmente devido aos efeitos osmóticos, causando deficiência hídrica, seguida pelos efeitos do excesso de íons e, por fim, prejudicando o balanço da absorção de nutrientes essenciais (MARSCHNER, 2012). De acordo com Viégas et al. (2001) em regiões semiáridas, a salinidade pode ser agravada por outros estresses ambientais, incluindo baixa disponibilidade de água, altas temperaturas e elevada evapotranspiração.

Segundo Sousa et al. (2012) a sensibilidade das culturas aos sais da água e do solo demonstra a necessidade de estudos que visem a busca por alternativas que amenizem os efeitos prejudiciais do excesso de sais as plantas e que sejam rentáveis para os agricultores, já que é quase obrigatória, a utilização de águas salinas na agricultura em regiões semiáridas. Visando uma produção de mudas de boa qualidade, é importante o emprego de técnicas que permitam um manejo eficiente para estas, pois segundo Nunes et al. (2012) na formação de mudas, as plantas podem ter seu crescimento inibido pela salinidade ou sodicidade e por outras limitações como a carência de água em termos de quantidade e de qualidade.

O maracujazeiro amarelo é sensível à ação dos sais (AYERS & WESTCOT, 1999). Nesta cultura, a utilização de águas salinas na irrigação pode levar a diminuição do crescimento da planta, no peso e no volume de polpa, murcha e, finalmente, queda de frutos, afetando a produtividade (FREIRE et al., 2014). O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) destaca-se como uma das mais importantes frutíferas representantes da cadeia produtiva de frutas a níveis de pequeno e médio produtor (FREIRE et al., 2015).

No Brasil é cultivada de norte a sul, com produção total de 703.489 toneladas de frutas em uma área de 50.204 ha, destacando-se a região Nordeste como principal produtor deste fruto sendo responsável por produzir 489.898 toneladas o que representa 69,64% da produção nacional de maracujá (IBGE, 2016). Entretanto, Bezerra et al. (2016) enfatiza que a elevada salinidade dos solos e dos mananciais, em diversas áreas desta região, tem afetado o ciclo de produção da cultura sob o manejo convencional, sendo de grande importância a busca por alternativas que amenizem os problemas ocasionados pelo excesso de sais na cultura.

Dentre as alternativas, têm-se as auxinas, substância importante para as plantas, que segundo Mercier (2012) geram modificações plásticas na parede celular vegetal durante o processo de divisão celular, permitindo a extensibilidade da célula e estimulam várias respostas fisiológicas quando utilizadas na indução de raízes, folhas, gemas axilares ou apicais, embriões e calos. O ácido indol-3-acético (AIA) é a principal auxina de ocorrência natural mais abundante e de maior relevância fisiológica. Portanto, seu uso pode promover o aumento da tolerância das plantas a condições adversas, notoriamente ao excesso de sais, pelo fato desta proporcionar a expansão celular. Pelo exposto, objetivou-se avaliar o crescimento de mudas de maracujazeiro sob estresse salino e doses de AIA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido durante o período de abril a junho de 2016, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal, PB; as coordenadas geográficas são de 6°48'16" S e 37°49'15" W e altitude média de 184 m.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com tratamentos arranjos em esquema fatorial 5 x 5, com 4 repetições e uma planta por parcela, sendo o primeiro fator referente a cinco níveis condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 (água de abastecimento), 1,3, 2,3, 3,3 e 4,3 dS m⁻¹), associados a cinco doses de AIA (ácido indol acético) (0, 50, 75, 100 e 150%).

As sementes utilizadas foram provenientes de um fruto de maracujazeiro-amarelo BRS gigante amarelo, e semeadas em bandejas de polietileno de 162 células e com capacidade de $0,3 \text{ dm}^{-3}$, acondicionada com substrato comercial. Aos 30 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o transplântio para os lisímetros/citropotes de $3,75 \text{ dm}^{-3}$, em substrato composto por uma mistura de substrato comercial e casca de pinus, sendo as características químicas dispostas na Tabela 1, na proporção de 1:1. Durante as primeiras 48 horas após o transplântio às plantas foram colocadas em capacidade de campo, logo depois desse período, iniciaram os tratamentos com estresse salino com irrigações diárias e com o hormônio AIA que foi aplicado quinzenalmente, sendo realizadas três aplicações durante a condução do experimento.

Aplicou-se o hormônio (AIA) aos 15, 30 e 45 DAT via foliar, devido ao seu transporte que se dá do ápice para base de maneira unidirecional. Utilizou-se na aplicação do AIA borrifadores para cada concentração estudada, sendo que cada planta foi isolada para que houvesse interferência entre os tratamentos. Às irrigações foram diárias, sempre ao final da tarde, de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade campo, com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 10%. A coleta dos drenos deu-se a partir da captação do volume drenado em garrafas pet. O volume aplicado (V_a) por recipiente foi obtido pela diferença entre a lâmina anterior (L_a) e a média de drenagem (D), dividido pelo número de recipientes (n) e a fração de lixiviação (FL), como indicado na equação 1:

$$V_a = \frac{L_a - D}{n(1 - FL)} \quad (1)$$

Tabela 1. Características químicas do solo. Pombal, PB, 2016.

pH	C.E	P	N	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	(t)
	$\text{CaCl}_2 \text{ 1:2,5}$	mg/dm^3	%				$\text{cmol}_c/\text{dm}^3$			$\text{cmol}_c/\text{dm}^3$	
6,96	0,74	68	2,34	4,30	2,68	2,20	5,35	0,00	0,00	14,52	11,85
(T)	V	m	ISNa	MO	P_{rem}	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
$\text{cmol}_c/\text{dm}^3$		%		g kg^{-1}			mg/dm^3				
14,52	100,00	0,00	1,38	38	-	-	-	-	-	-	-

O preparo das águas com os níveis de salinidade, foi de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg respectivamente, a partir dos sais NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, relação esta que reflete os íons predominantes em fontes hídricas em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS et al., 2003). Os sais foram pesados conforme tratamento, acrescentando água, até se obter o nível desejado de CE, os valores da CE eram conferidos por um condutivímetro portátil, com condutividade ajustada à temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais ($10 \cdot \text{meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$ de CEa)

extraída de Rhoades et al. (1992), válida para CEa de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹ em que se enquadram os níveis estudados. Após preparadas, as águas salinizadas foram acondicionadas em baldes plásticos com capacidade de 20 L, um para cada nível de CEa estudado, devidamente protegidos, com intuito de evitar a evaporação, e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

Avaliou-se aos 45 DAT os aspectos morfológicos a partir das mensurações da análise de crescimento em altura (ALT) e o diâmetro de caule (DC). Para determinar a altura das plantas utilizou-se uma régua graduada e o diâmetro do caulinar usou-se um paquímetro digital. Com base nesses dados, estimou as taxas de crescimento absoluto para altura (TCAALT) e para diâmetro caulinar (TCADC) e foram determinadas através da Equação 2, adaptada de Benincasa (2003).

$$TCA = (hf - hi) * (\Delta t)^{-1} \quad (2)$$

TCA = taxa de crescimento absoluto em altura (cm dia⁻¹); *hf* = altura final da planta (cm); *hi* = altura da muda no dia do transplântio (cm); Δt = espaço temporal decorrido entre o dia do transplântio e da leitura da *hf* (dias).

Os dados foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, aplicou-se testes de regressões lineares e quadráticas para os fatores estudados (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise de variância (Tabela 2) consta que foi verificado efeito significativo dos níveis de salinidade das águas de irrigação para as variáveis de crescimento AP, DC, TCAALT e TCADC aos 45 DAT. Em geral, denota-se que os crescimentos em ALT e DC são sensíveis ao estresse, sendo variáveis indicadas em estudos dessa natureza.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento: altura de planta (ALT) (cm), diâmetro de caule (DC) (mm) e taxa de crescimento absoluto (TCA) da altura (TCAALT) e do diâmetro de caule (TCADC) em função dos níveis de salinidade (NS) da água de irrigação e doses de AIA (ácido indol-3-acético) em mudas de maracujazeiro amarelo aos 45 dias após o transplântio, Pombal, PB, 2016.

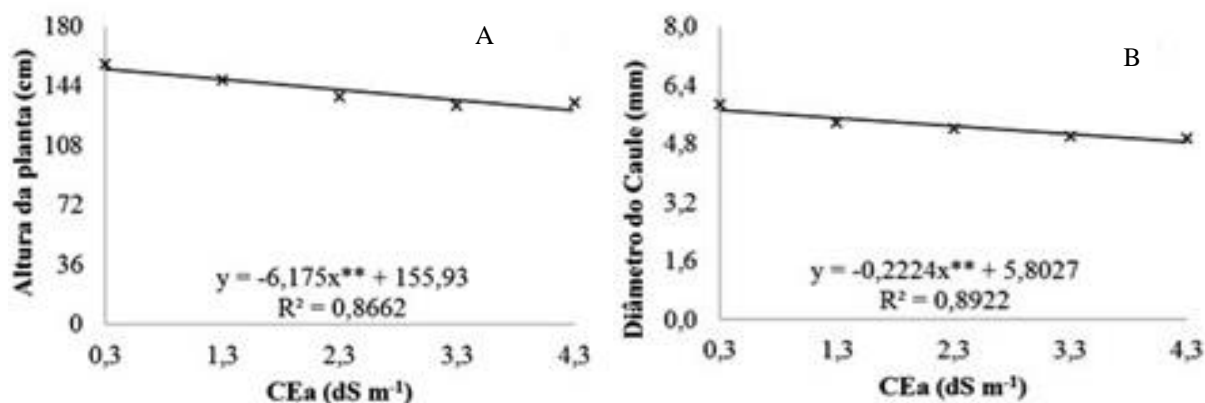
FV	GL	Quadrado Médio			
		ALT	DC	TCAALT	TCADC
Salinid. (NS)	4	2201,015*	2,77081*	2,27406*	0,00133*
Doses (D)	4	394,690 ^{ns}	0,13571 ^{ns}	0,45066 ^{ns}	0,00018 ^{ns}
S x D	16	215,915 ^{ns}	0,12251 ^{ns}	0,23364 ^{ns}	0,00007 ^{ns}
Bloco	3	226,570 ^{ns}	0,00232 ^{ns}	0,24319 ^{ns}	0,00049**
Resíduo	72	222,008	0,11444	0,21546	0,00013
C.V. (%)		10,51	6,39	10,69	12,60
Média		141,73	5,29	4,34	0,09

**significativo a 1%, * significativo a 5%, ns = não significativo, GL= graus de liberdade, QM = Quadrado médio e CV=coeficiente de variação.

Verifica-se, na Figura 1 para o fator salinidade da água de irrigação que respectivamente para todas as variáveis estudadas observa-se redução linear nos valores de crescimento das mudas de maracujazeiro com aumento unitário da salinidade da água de irrigação. Para a variável ALT, a redução foi na ordem de 3,9% com aumento unitário da mesma, e 15,84% de diferença quando comparada com o maior (4,3 dS m⁻¹) e o menor nível salino (0,3 dS m⁻¹); já para a variável DC, ocorreu redução na ordem de 3,8% com aumento unitário da salinidade da água, e 15,33% de diferença quando comparada com o maior (4,3 dS m⁻¹) e o menor nível salino (0,3 dS m⁻¹); já para a variável TCAALT, a redução foi na ordem de 4,14% com aumento unitário da água de irrigação, e 16,56% de diferença quando comparada com o maior (4,3 dS m⁻¹) e o menor nível salino (0,3 dS m⁻¹); para a variável TCADC, a redução foi na ordem de 1,77% com aumento unitário da mesma, e 7,08% de diferença quando comparada com o maior (4,3 dS m⁻¹) e o menor nível salino (0,3 dS m⁻¹).

Mesquita et al. (2012), estudando o crescimento de mudas de maracujazeiro sob águas salinas, observaram que essas variáveis foram drasticamente reduzidas com o aumento da salinidade das águas. Isso ocorre devido ao acúmulo de sais reduzirem o potencial osmótico do solo, acarretando assim na diminuição da absorção de água pela planta e a turgescência das células, com isso afetando diretamente nos parâmetros de crescimento estudado, pois serão afetadas a divisão celular e as taxas de alongação.

Quanto à redução ocasionada pela salinidade, pode-se dizer que tenha ocorrido redução no potencial osmótico, acarretando em diminuição na disponibilidade de água e dificultando a sua condução para as células da planta (OULD AHMED et al., 2010; LIRA et al., 2015). Para Munns & Tester (2008) estudando mudas de maracujá aos 25 e 65 dias relatam que a inibição no crescimento do sistema radicular e caulinar sob condições salinas pode ser atribuída à redução da fotossíntese.



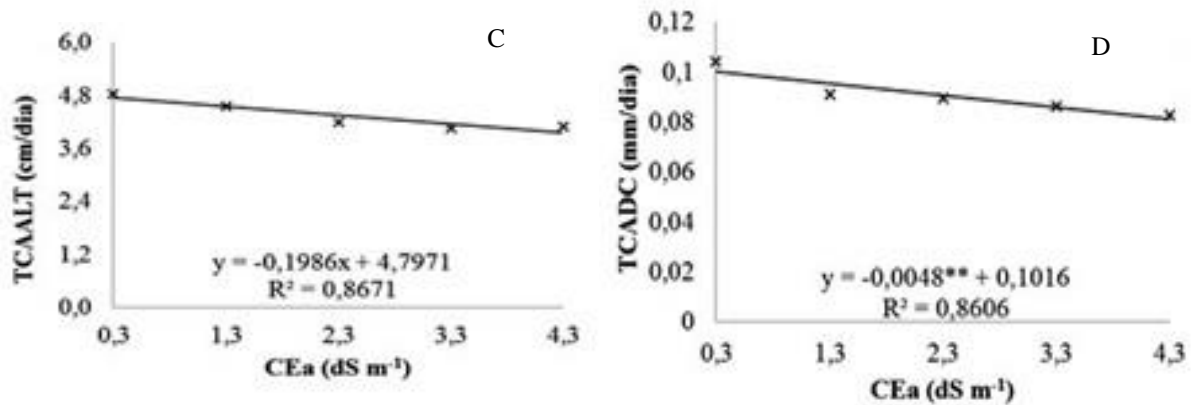


Figura 1. Altura de planta (ALT) (cm), diâmetro de caule (DC) (mm) e taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAALT) e do diâmetro de caule (TCADC) de mudas de maracujazeiro amarelo sobre estresse salino e doses de AIA aos 45 DAT.

CONCLUSÕES

O aumento dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o crescimento das mudas de maracujazeiro amarelo aos 45 dias após o transplantio.

As doses de AIA não atenuaram o efeito do estresse salino sobre o crescimento das mudas de maracujazeiro amarelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 Revisado I.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p
- BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, p. 502-508, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039- 1042, 2011.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; DANTAS, M. M. M.; MACEDO, L. P. M.; AZEVEDO, T. A. O. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, p. 65-81, 2015.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **PAM – Produção Agrícola Municipal, 2016**. [online] Disponível na internet via WWW URL: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>. Arquivo consultado em 04 de Junho de 2018.

LIRA, R. M.; SANTOS, A. N.; SILVA, E. F. F.; SILVA, J. S.; BARROS, M. S.; GORDIN, L. C. Cultivo de coentro em diferentes níveis de salinidade e umidade do solo. **Revista Geama**, v. 3, n. 1, 2015.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3 ed. San Diego: USA, Elsevier®, 2012. 651p

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 4, p. 469-472, 2003.

MERCIER, H. Auxinas. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431p.

MESQUITA, F. O.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SOUTO, A. G. L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, 2012.

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

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LIMA NETO, A. J.; REBEQUI, A. M.; DINIZ, B. L. M. T.; GHEYI, H. R.; Comportamento de mudas de nim à salinidade da água em solo não salino com biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 11, p. 1152-1158, 2012.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 479-484, 2010.

OULD AHMED, B. A.; 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.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**. FAO Irrigation and Drainage, FAO, Rome, 48. 1992.

VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G.; LIMA JÚNIOR, A. R.; QUEIROZ, J. E.; FAUSTO, M. J. M. Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation in young cashew plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p. 216-222, 2001.