

QUALIDADE DA ACEROLA SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADA E IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS

Adaan Sudario Dias¹, Geovani Soares de Lima², Francisco Jean da Silva Paiva³, Hans Haj Gheyi⁴, Francisco Vanieis da Silva Sá⁵, Lauriane Almeida dos Anjos Soares²

RESUMO: A acerola é um fruto de grande potencial nutricional e econômico devido ao seu alto teor de vitamina C, destacando-se como alimento funcional sobretudo na região Nordeste do Brasil, entretanto as elevadas concentrações de sais presentes nas águas dessa região podem comprometer a qualidade dos frutos. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência da irrigação com águas salinizadas e adubação combinada de potássio e fósforo sobre a qualidade de frutos de acerola cv. BRS 366 Jaburu no segundo ano de cultivo. A pesquisa foi realizada em ambiente protegido, em lisímetros preenchidos com um Neossolo Regolítico eutrófico de textura franco-argilosa. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x4 com três repetições, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,6; 1,4; 2,2; 3,0 e 3,8 dS m⁻¹), e quatro proporções combinadas de potássio e fósforo (100:100; 85:85; 60:60 e 45:45% da recomendação para cultura no segundo ano de cultivo). A irrigação com águas de 3,0 e 2,0 dS m⁻¹ promove os valores máximos de sólidos solúveis e vitamina C, respectivamente, da acerola. O suprimento combinado de K₂O/P₂O₅ na proporção de 45/45 promove a maior acidez total titulável da acerola irrigada com águas de 0,6; 1,4 e 2,2 dS m⁻¹ e de Vit C independentemente do nível salino.

PALAVRAS-CHAVE: *Malpighia emarginata*, Atributos químicos, Potássio e Fósforo.

QUALITY OF ACEROLA UNDER POTASSIC AND PHOSPHATED FERTILIZATION AND IRRIGATION WITH SALINIZED WATERS

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB. Fone (83) 982197359. e-mail: adaansudariodias@gmail.com; romulocarantino@gmail.com.

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

³Mestrando em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. e-mail: je.an_93@hotmail.com.

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

⁵ Doutor em Engenharia Agrícola, Pós-doutorando em Manejo de Solo e Água PNPd/CAPES/UFERSA, Mossoró, RN. e-mail: vanies_agronomia@hotmail.com

ABSTRACT: Acerola is a fruit of great nutritional and economic potential due to its high content of vitamin C, standing out as a functional food especially in the region Northeast of Brazil, however the high salts concentrations present in the waters of this region may compromise the quality of the fruits. Thus, aimed at this research was to evaluate the influence of irrigation with salinized waters and combined potassium and phosphorus fertilization on the quality of acerola cv. BRS 366 Jaburu in the second year of cultivation. The research was carried out in protected environment, in lysimeters filled with a Regolithic Neosol eutrophic of loamy-loamy texture. The treatments were distributed in randomized blocks, in a 5x4 factorial scheme with three replications, being five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.6, 1.4, 2.2, 3.0 and 3.8 dS m⁻¹) and four combined proportions of potassium and phosphorus (100: 100, 85:85, 60:60 and 45:45% of the recommendation for culture in the second year of cultivation). Irrigation with waters of 3.0 and 2.0 dS m⁻¹ promotes the maximum values of soluble solids and vitamin C, respectively, of acerola. The supply combined K₂O/P₂O₅ at proportion 45/45 promotes the highest titratable total acidity of acerola irrigated with water of 0.6; 1.4 and 2.2 dS m⁻¹ and of Vit C regardless of saline level.

KEYWORDS: *Malpighia emarginata*, Chemical attributes, Potassium and Phosphorus.

INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) é bastante adaptável aos mais diversos climas e pode ser encontrada em várias regiões do planeta, porém o seu cultivo comercial concentra-se em regiões tropicais e subtropicais (ADRIANO et al., 2011). Todavia, no Brasil a região Nordeste destaca-se como principal produtora, pois esta cultura adapta-se bem as condições de clima e solo dessa região (FREITAS et al., 2006). Conforme Dalchiavon et al. (2016) é imprescindível o uso da irrigação para garantia de boa produtividade no semiárido do Nordeste brasileiro, porém a ocorrência de águas com elevadas concentrações de sais é particularmente evidente nesta região.

Terceiro Neto et al. (2013) afirmam que a irrigação com águas salinas promove acúmulo em excesso de sais no solo o que reduz a disponibilidade de água para as plantas, provoca desequilíbrio nutricional e toxicidade de íons específicos na planta, comprometendo a qualidade de produção requerendo, assim, o desenvolvimento de pesquisas que viabilizem o uso destas águas em regiões onde os recursos hídricos são limitados.

Nesse sentido o adequado manejo da adubação surge como uma boa alternativa mitigadora do estresse salino. Conforme Andrade Junior et al. (2011) o aumento no fornecimento de nutrientes, como o K e P, em uma cultura sensível à salinidade poderá elevar as concentrações destes nas folhas e, conseqüentemente, promover um aumento na tolerância da cultura à salinidade devido à redução na absorção dos íons Na^+ e Cl^- em função da inibição competitiva na zona radicular das plantas. Heidari & Jamshid, (2010) afirmam que K participa ativação enzimática, fotossíntese e melhoria no balanço hídrico, além de competir com cátion Na^+ , enquanto que para Diniz et al. (2018) o fósforo atua no armazenamento de energia, desenvolvimento das raízes, eficiência do uso da água e absorção e uso de nutrientes.

Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar os efeitos da irrigação com diferentes níveis salinos e adubação combinada de potássio/fósforo sobre a qualidade de frutos de acerola 'BRS 366 Jaburu', no segundo ano de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em condições de ambiente protegido, no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2019, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), localizada no município de Campina Grande, PB, situado pelas coordenadas geográficas locais $7^{\circ} 15' 18''$ latitude S, $35^{\circ} 52' 28''$ de longitude W e altitude de 550 m. Utilizou-se a cv. BRS 366-Jaburu, enxertada em um porta-enxerto "Criolo", o qual foi obtido do jardim clone da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE.

O experimento foi desenvolvido em delineamento experimental de blocos casualizados, usando o arranjo fatorial 5×4 cujos tratamentos consistiram de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6; 1,4; 2,2; 3,0 e 3,8 dS m^{-1}) e quatro proporções combinadas de potássio e fósforo (100/100; 85/85; 60/60 e 45/45% da recomendação para cultura no segundo ano de cultivo) com três repetições perfazendo um total de 60 unidades experimentais.

As águas de irrigação nos respectivos valores de condutividade elétrica foram preparadas dissolvendo-se os sais NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, na proporção equivalente de 7:2:1, entre Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , respectivamente, em água de abastecimento (CEa = 0,4 dS m^{-1}) no município de Campina Grande, PB. Os eventos de irrigação com águas salinizadas foram realizados adotando-se um turno de rega de 3 dias, aplicando-se em cada lisímetro um volume de água de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo, sendo o volume

a ser aplicado determinado a cada 15 dias de acordo com a necessidade hídrica das plantas mediante balanço hídrico (volume aplicado menos o volume drenado). Visando evitar o acúmulo de sais na zona radicular, a cada 30 dias foram realizadas lavagens mantendo fração de lixiviação equivalente a 0,10 (AYERS & WESTCOT, 1999).

As adubações com N, P e K foram realizadas utilizando-se o fosfato monoamônio - MAP (11% de N e 60% de P₂O₅) como fonte de fósforo, a ureia (45% de N) como fonte de nitrogênio, levando em consideração a percentagem de N encontrada no MAP, e o cloreto de potássio (60% de K₂O) como fonte de potássio, com base na recomendação de Cavalcanti (2008) para cultivo da aceroleira no segundo ano de cultivo, para as quais as doses de 100% de N, P e K correspondem, respectivamente, a 200, 120, e 200g de N, P₂O₅ e K₂O por planta ao ano.

As adubações fosfatadas foram divididas em 24 parcelas iguais, sendo aplicadas unicamente na primeira semana de cada mês, enquanto que as adubações potássicas e nitrogenadas foram divididas igualmente em 36 parcelas sendo aplicadas nas segundas, terceiras e quartas semanas de cada mês.

Para condução do experimento foram usados vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade de 250 litros, preenchidos com uma camada de 1,0 kg de brita seguido de 235 kg de solo classificado como Neossolo Regolítico de textura franco-argilosa coletado na profundidade de 0-30 cm, procedente do município de Esperança-PB, do qual fora retirada amostra e, após destorroada, a mesma foi analisada para a caracterização do solo quanto aos atributos físico-químicos (Tabela 1) conforme metodologias propostas por Donagema et al. (2011).

Tabela 1. Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento

Características químicas									
pH (H ₂ O) (1:2,5)	M.O dag kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ + Al ³⁺	PST	CEes (dS m ⁻¹)
		(cmolc kg ⁻¹)..... %						
5,63	1,830	18,20	0,21	0,17	3,49	2,99	5,81	2,48	0,61
Características físicas									
Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Classe textural	Umidade (kPa)		AD	Porosidade total m ³ m ⁻³	Ds	Dp
Areia	Silte	Argila		33,42	1519,5			----- (kg dm ⁻³) ----	
			 dag kg ⁻¹					
573	101	326	FA	12,68	4,98	7,70	0,5735	1,13	2,65

M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Al³⁺ e (H⁺ + Al³⁺) extraídos utilizando-se CaOAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; FA – Franco Argiloso; AD – Água disponível; DA- Densidade do solo; DP- Densidade de partículas

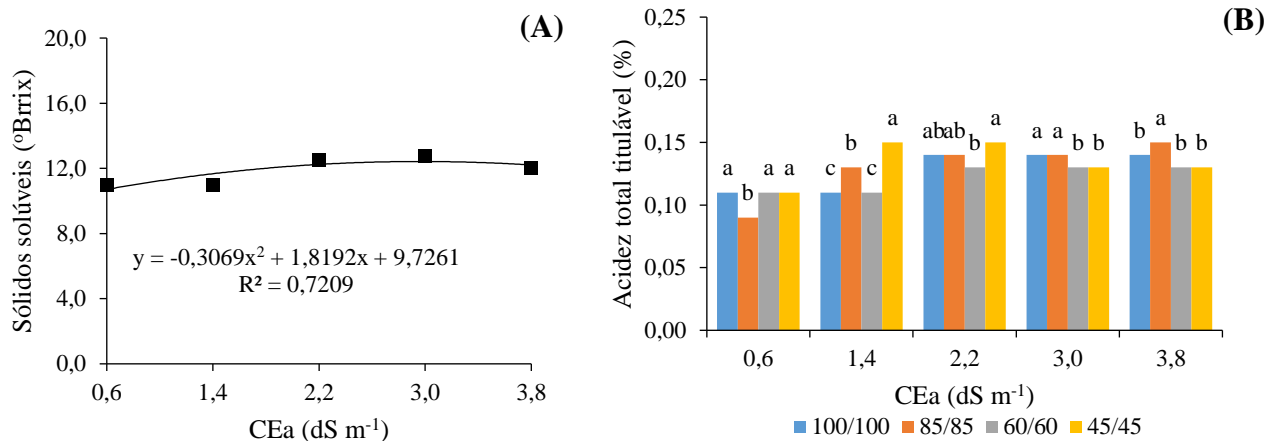
Os efeitos dos distintos níveis salinos e da adubação combinada com potássio e fósforo sobre a qualidade da acerola foram estimados através da composição físico-química dos frutos

mensurada através dos sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (ATT) e do teor de vitamina C (Vit C), da aceroleira BRS 366 Jaburu durante o segundo ano de cultivo. O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por leitura direta em refratômetro, conforme metodologia de Association of Official Analytical Chemists International (AOAC, 1995). A acidez total titulável foi determinada pelo método da titulação volumétrica (IAL, 2008). Já o teor de vitamina C foi determinado em polpa natural logo após o preparo pelo método Tillmans (titulométrico), que se baseia na redução de 2-6-diclorofenol-indofenol (DFI) pelo ácido ascórbico utilizando-se metodologia proposta pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F', quando significativo, foi realizada a análise de regressão polinomial para o fator níveis de salinidades da água e o teste de comparação de médias (Tukey em nível de $p \leq 0,05$ de probabilidade) para as combinações de potássio e fósforo, utilizando-se do software estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao teor de sólidos solúveis (SS), constatou-se que os dados melhor se ajustaram ao modelo de regressão quadrático e, conforme equação de regressão (Figura 1A), observa-se aumento dos teores de SS à medida em que elevou-se a CEa, atingindo valor máximo de 12,42 °Brix quando cultivados sob 3,0 dS m⁻¹, seguida de redução de 0,21 °Brix quando submetidos a CEa de 3,8 dS m⁻¹. O teor de SS consiste na quantificação dos compostos que estão dissolvidos nos frutos (LOPES et al., 2018) e o aumento destes pode ser atribuído a biossíntese, a degradação excessiva de polissacarídeos e a elevada perda de água pelo fruto, enquanto que a redução dar-se pela intensificação da atividade respiratória dos frutos (CHITARA & CHITARA, 2005). Na figura 1B observa-se que a interação entre os fatores, níveis de condutividade elétrica da água de irrigação x proporções combinadas de potássio/fósforo exerceu efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a acidez total titulável (ATT) da aceroleira. Com base no teste de médias constata-se que em todas as CEa estudadas as distintas proporções K₂O/P₂O₅ diferiram estatisticamente e que estas apresentaram distintos comportamentos dada CEa. De maneira geral percebe-se aumento da ATT decorrente do incremento da CEa, situação coerente com Dias et al. (2011) que também constatou incremento da ATT no maracujazeiro amarelo com aumento da CEa.

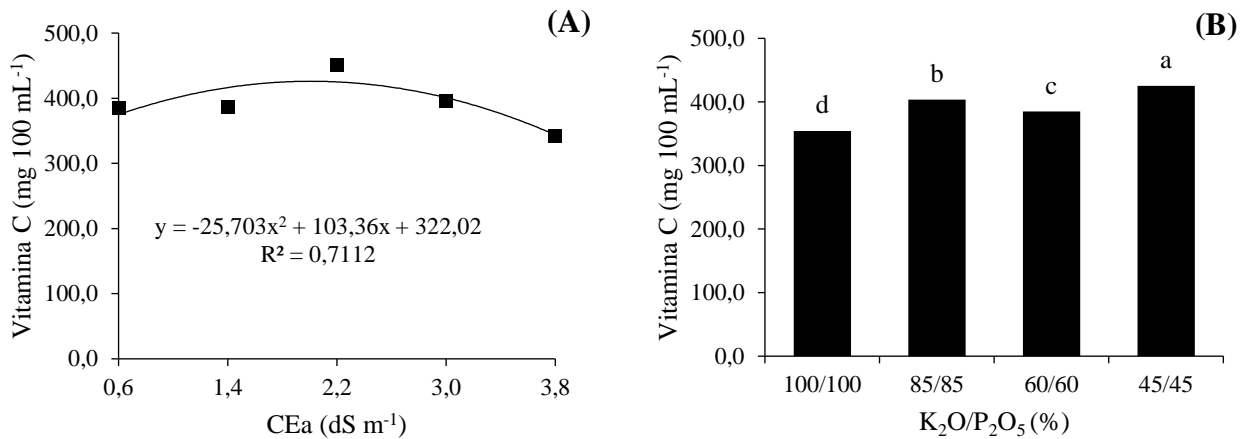


Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre as proporções combinadas de K₂O/P₂O₅ pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Sólidos solúveis – °Brix em função da salinidade da água de irrigação (A) e acidez total titulável em função da interação entre a salinidade da água de irrigação - CEa e da adubação combinada de potássio/fósforo – K₂O/P₂O₅ (B) da aceroleira BRS 366 Jaburu no segundo ano de cultivo.

De acordo com o teste de médias, nas plantas submetidas à 0,6 dS m⁻¹ o menor valor de acidez (0,09%) fora obtido na aceroleira fertilizada com 85/85% de K₂O/P₂O₅ e que apenas esta proporção diferiu das demais. Quando irrigadas com água de 1,4 e 2,2 dS m⁻¹ as maiores ATT (0,15% em ambas CEAs) foram obtidas nas polpas de acerola das plantas adubadas com 45/45 de potássio/fósforo, porém enquanto esta diferiu de todos as demais proporções nas plantas sob 1,4 dS m⁻¹, o teste de médias detectou significância desta proporção apenas com 60/60% de K₂O/P₂O₅ quando as plantas foram cultivadas sob 2,2 dS m⁻¹. Ao analisar a acidez das acerolas produzidas sob 3,0 e 3,8 dS m⁻¹ constata-se que a proporção 85/85% de K₂O/P₂O₅ promoveu maiores níveis de acidez (0,14 e 0,15% respectivamente) e que esta não diferiu significativamente da 100/100% sob 3,0 dS m⁻¹ enquanto que nas plantas irrigadas com 3,8 dS m⁻¹ esta diferiu das demais conforme teste de medias.

O teor de vitamina C (Vit C) apresentou resposta quadrática ao aumento da CEa, obtendo-se valor máximo de 425,93 mg 100 mL⁻¹ sob 2,0 dS m⁻¹ decrescendo a partir deste nível (Figura 1C). Corroborando com estes resultados Paiva et al. (2018) também constatou resposta quadrática no Vit C do tomateiro fertirrigado com 1,5:1 de K⁺ /Ca²⁺ com aumento da CEa obtendo valor máximo de vitamina C quando as plantas foram irrigadas com salinidade de 2,16 dS m⁻¹.



Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre as proporções combinadas de K₂O/P₂O₅ pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Teor de vitamina C em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (A) e da adubação combinada com K₂O/P₂O₅ (B) da aceroleira BRS 366 Jaburu no segundo ano de cultivo, Campina Grande-PB.

Já em relação as distintas proporções de K₂O/P₂O₅ observa-se, com base no teste de médias, que todas as proporções diferiram estatisticamente entre si, e que a maior concentração de Vit C foi obtida nas plantas nutridas com a proporção 45/45% de K₂O/P₂O₅, seguida da proporção 85/85, 60/60 e 100/100 respectivamente. Ao analisar o efeito de diferentes fontes e doses de potássio sobre a mangueira em solos salinos Carneiro et al., (2018) constatou que a os maiores teores de Vit C foram obtidos sob aplicação de cloreto de potássio.

CONCLUSÕES

A irrigação com águas de 3,0 e 2,0 dS m⁻¹ promove os valores máximos de sólidos solúveis e vitamina C, respectivamente, da acerola.

O suprimento combinado de K₂O/P₂O₅ na proporção de 45/45 promove a maior acidez total titulável da acerola irrigada com águas de 0,6; 1,4 e 2,2 dS m⁻¹ e de Vit C independentemente do nível salino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANO, E.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação, Revista Brasileira e Fruticultura, v. Especial, p. 541-545, 2011.

ANDRADE JÚNIOR, W. P.; PEREIRA, F. H. F.; FERNANDES, O. B.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. *Revista Caatinga*, v.24, n.3, p. 110-119, 2011.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, (method 942.15 A). Arlington: A.O.A.C,1995. chapter 37. 10p.

AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. A qualidade de água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (FAO Irrigação e Drenagem, 29).

CARNEIRO, M. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, I. H. L.; SOUSA, K. S. M.; OLDONI, F. C. A.; BARBOSA, K. S. Production and quality of mango fruits cv. Tommy atkins fertigated with potassium in semi-arid region. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40, n. 5, p. 1-9, 2018.

CAVALCANTI, F. J. de A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 2. ed. rev. Recife: IPA, 2008. 212 p.

CHITARRA, M. L. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. p. 785.

DALCHIAVON, F. C.; NEVES, G.; HAGA, K. Efeito de stresse salino em sementes de *Phaseolus vulgaris*. *Revista de Ciências Agrárias*, v.39, n.3, p.404-412, 2016.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO, J. A. M.; BECKMANN-CAVALCANTE, B.; SANTOS, G. P. Qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.3, p. 229–236, 2011.

DINIZ, G. L.; SALES, G. N.; SOUSA, V. F. O.; ANDRADE, F. H. A.; SILVA, S. S.; NOBRE, R. G. Produção de mudas de mamoeiro sob salinidade da água irrigação e adubação fosfatada. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 4, n. 1, p. 218-228, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. *Revista Brasileira Agrociência*, v. 12, n.4, p. 395-400, 2006.

HEIDARI, M.; JAMSHID, P. Interaction between salinity and potassium on grain yield, carbohydrate content and nutrient uptake in pearl millet. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, v. 5, n. 6, p. 39-46, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008. 1020p.

LOPES, S. M.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. Avaliação de frutos de pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico. *Revista da Universidade do Rio Verde*. v. 16, n. 1, p. 1-11, 2018.

PAIVA, F. I. G.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; TARGINO, A. J. O.; SANTOS, S. T.; SILVA, R. C. P. Qualidade de tomate em função da salinidade da água de irrigação e relações k/ca via fertirrigação, *Revista Irriga*, v. 23, n. 1, p. 168-193, 2018.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 4, p. 354-362, 2013.