

CRESCIMENTO DE CAJÁ SUBMETIDA A NÍVEIS SALINOS E FONTES DE POTÁSSIO

Alan Keis Chaves de Almeida¹, Luderlândio de Andrade Silva², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Lauter Silva Souto⁴, Pedro Dantas Fernandes³, Lauro José de Araújo¹

RESUMO: A cultura do cajá tem grande potencial para o semiárido nordestino, mas sua produção é limitada, dentre vários fatores, pelo teor excessivo de sais da água de irrigação na região semiárida, resultando em redução da produção da cultura devido à problemas osmóticos e efeitos tóxicos dos íons. Desta forma, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o crescimento da cajazeira utilizando fontes de potássio para atenuar o estresse salino em mudas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" S e 37°48'. 01" W, a uma altura de 174 metros. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com fatores 5 × 3 correspondentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3, 1,3, 2,3, 3,3 e 4,3 dS m⁻¹) e três fontes de adubação potássica (cloreto de potássio, sulfato de potássio e nitrato de potássio), com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 90 unidades experimentais. Avaliaram-se a fitomassa fresca do xilopódio e as variáveis de crescimento altura de planta (AP), diâmetro do caule (D) e número de folhas (NF) aos 90 dias após o transplântio. O uso de fontes diversas de potássio não apresenta efeito mitigante sob a salinidade encontrada na água de irrigação. O uso de KCl potencializa o efeito deletério da salinidade, reduzindo ainda mais o crescimento vegetativo da planta. A fonte potássica mais indicada para maximizar o crescimento vegetativo de plantas de cajá é o KNO₃.

PALAVRAS-CHAVE: Cajazeira, salinidade, irrigação.

CAJA GROWING SUBMITTED TO SALINE LEVELS AND POTASSIUM SOURCES

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG – CCTA, CEP 58840-000, Pombal, PB. Fone (83) 998860321. e-mail: alankeisc@gmail.com

² Dr. em engenharia agrícola, Universidade Federal de Campina Grande CTRN, UFCG, Pombal-PB

³ Prof.(a) Dr.(a) Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG – CCTA Pombal, PB

⁴ Dr. em engenharia agrícola, Universidade Federal de Campina Grande UFCG – CCTA Pombal-PB

ABSTRACT: The cashew crop has great potential for the northeastern semi-arid region, but its production is limited, among several factors, by the excessive salt content of irrigation water in the semi-arid region, resulting in reduced crop production due to osmotic problems and toxic effects of ions. Thus, the objective of this work was to evaluate the growth of cajazeira using sources of potassium to attenuate salt stress in seedlings. The experiment was carried out in a greenhouse at the Center for Agro-Food Science and Technology - CCTA of the Federal University of Campina Grande, UFCG, Municipality of Pombal, Paraíba, at geographic coordinates 6°47'20" S and 37°48'. 01" W, at a height of 174 meters. The experimental design was randomized blocks with 5 × 3 factors corresponding to five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3, 1.3, 2.3, 3.3 and 4.3 dS m⁻¹) and three sources of potassium fertilization (potassium chloride, potassium sulfate and potassium nitrate), with three replications and two plants per plot, totaling 90 experimental units. The fresh phytomass of the xylopodium and the growth variables plant height (AP), stem diameter (D) and number of leaves (NF) were evaluated 90 days after transplanting. The use of different sources of potassium does not have a mitigating effect on the salinity found in irrigation water. The use of KCl potentiates the deleterious effect of salinity, further reducing plant vegetative growth. The most suitable potassium source to maximize the vegetative growth of cashew plants is KNO₃.

KEYWORDS: Cajazeira, salinity, irrigation.

INTRODUÇÃO

A cajazeira, é uma representante do gênero das Spondias, família Anacardiaceae, cuja espécie é denominada pelo nome científico de *Spondias mombin* L. No Brasil, o consumo dos frutos da espécie em questão e de seus derivados vem aumentando atualmente, devido às suas características sensoriais e funcionais. O Brasil vem evoluindo a cada dia a sua demanda por frutas frescas devido ao seu elevado valor nutricional e a valorização comercial in natura ainda mais quando observado mercado de exportação da mesma, outro contra ponta para esta alavancada esta correlacionada com o sua palatabilidade única e exótica (SOUZA et al., 2020). Porém ainda são escassas as informações técnicas sobre o seu sistema de produção em pomares comerciais (ASSIS et al., 2020). Mesmo obtendo grande destaque no cultivo de pomares domésticos, a mesma tem pouca numerologia perante os dados oficiais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e outros meios de contabilidade nacional de estatísticas relacionadas à cultura como área plantada, produção e produtividade. Todavia, a

mesma é detentora de uma importância socioeconômica e, principalmente, cultural no nordeste brasileiro (SOUZA, 2005).

Outro fato que pode inviabilizar a produção da cajazeira no semiárido brasileiro é que ela ocorre em uma área geográfica comumente acometida com seca severa, caracterizada por chuvas irregulares, solo seco e água de irrigação de alta salinidade, principalmente de fontes subterrâneas, que tem um impacto negativo efeito deletério, afetando expressivamente a produção agrícola desta região (PAIVA et al., 2016). Ao que condiz do uso de águas com elevados teores de sais pode ser observado uma queda drástica em sua produção agrícola, fato esta que esta correlacionado com os efeitos de osmoregulação e toxicidade aos sais presentes na solução do solo, como é o caso do Na^+ . O correto manejo da adubação também pode ser um fator impactante no pleno desenvolvimento da cultura. o uso de fontes sólidas de Potássio é empregue de forma concisa principalmente via fertirrigação, em sua maioria para este manejo se utiliza as fontes na forma de cloreto e nitrato. O uso do cloreto vermelho deve ser empregado de forma a evitar um dos seus principais problemas quanto ao seu uso, que é um elevado fornecimento de ferro para a planta e a possível formação de crosta nos gotejos do sistema. Desta forma o estudo voltado para um manejo correto na adubação e utilização de fontes diversas, visando mitigar o efeito salino sob plantas vem em constante evolução (LIMA et al., 2020).

Nessa perspectiva, denota-se que a utilização de adubações potássicas pode interagir com as proteínas da parede celular, auxiliando na osmoregulação, fazendo com que a concentração dos sais presentes na solução do solo, em específico o Na^+ seja reduzida, uma vez que seu sítio de absorção é semelhante ao K^+ . Desta forma, é de suma importância o desenvolvimento de pesquisas que visem mitigar os efeitos do estresse salino, visando a implantação de cultivos com problemas de salinidade da água e/ou do solo principalmente em regiões semiáridas. Desta forma, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o crescimento da cajazeira utilizando fontes de potássio para atenuar o estresse salino em mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" S e 37°48'. 01" W, a uma altura de 174 metros. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com esquema fatorial

5 × 3 associado correspondentes a cinco doses de sal (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹) e três fontes de potássio (cloreto de potássio - KCl, sulfato de potássio - K₂SO₄ e nitrato de potássio - KNO₃) com três repetições e duas plantas no local experimental, totalizando 90 unidades experimentais. Aos 110 dias após a semeadura (DAS) foram transplantadas para tubetes tipo vaso de citropote de 3.780 ml, contendo substrato constituído por uma mistura 2:1:1 de solo, esterco bovino curtido e areia lavada, na parte inferior do volume. Foi utilizado solo arenoso previamente seco ao ar e triturado, coletado na área agrícola do município de Pombal-PB, na profundidade de 0,30 cm. As mudas foram oriundas de um experimento anterior de emergência por escarificação. Inicialmente, até os 15 dias após o transplante (DAT), todos os tratamentos foram irrigados com água de baixa condutividade elétrica (ECa), equivalente a 0,3 dS m⁻¹. Após os 16 DAT, foram iniciadas as aplicações das soluções salinas, ocasião na qual as mudas encontravam-se aclimatadas às condições de campo. A água de irrigação foi preparada para corresponder à proporção Na:Ca:Mg dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O de 7:2:1, que é a proporção de íons dominante nas fontes de água usadas. para irrigação em pequenas propriedades no Nordeste do Brasil (MEDEIROS, 1992; AUDRY & SUASSUNA, 1995). Águas de irrigação com diferentes condutividades elétricas foram preparadas pela dissolução de sais na água de abastecimento local (ECa = 0,3 dS m⁻¹). de acordo com Richards (1954).

As propriedades de composição química do solo (Tabela 1), onde o mesmo foi coletado a uma profundidade de 0,03m de profundidade na fazenda experimental da Universidade Federal de Campina Grande, situada no município de São Domingos de Pombal, situada a uma distância de 35 km da sede do campus, e posteriormente direcionadas para o Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande. O solo utilizado foi classificado como Neossolo Flúvico (SANTOS et al., 2018) e Entisol (SOIL SURVEY STAFF, 2014). O clima da região é Bsh (Sistema de Classificação de Köppen), semiárido, com média anual de precipitação menor que 1000 mm e média anual da temperatura do ar superior a 25°C

Tabela 1. Números resultantes de análise química do solo realizadas anterior ao início do experimento. Pombal, PB, 2023.

pH	M.O.	P	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	SB	CTC	V	
CaCl ²	g dm ⁻³	mg dm ⁻³cmolc dm ⁻³									%
6,9	7,7	271	0,5	0,1	4,8	5	3,9	2	16,6	17,1	0,972	

*pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹, Relação 1:2,5; P, K, Na, Fe, Mn, Cu e Zn = Extrator Mehlich I; CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH7,0; Ca, Mg e Al = Extrator: KCl - 1 mol L⁻¹; H+Al = extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; V = Índice de Saturação de Bases; Mat. Org. (MO) = Oxidação: K₂Cr₂O₇ + H₂SO₄; SB = Soma de Bases Trocáveis. Referência: EMBRAPA - Manual de métodos e análise de solos, 3ª Edição, 2017.

Ao final do experimento, aos 90 DAT, foram avaliadas a fitomassa fresca do xilopódio e as variáveis de crescimento altura de planta (AP), diâmetro de caule (D) e número de folhas

(NF). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativo foram realizadas análise de regressão para o fator níveis salinos e teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para as fontes de potássio, utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se através do detalhamento apresentado na (Tabela 2), resumo da análise de variância, que houve efeito significativo para as variáveis de Diâmetro de caule (DC) e Xilopódios, já para as variáveis Altura de Planta (AP) e Número de Folhas (NF) o efeito se comportou de forma isolada entre os fatores.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento altura de planta (AP), diâmetro do caule (D), número de folhas (NF) e Xilopódios aos 90 dias após o transplante, submetidas a diferentes níveis salinos na água de irrigação e fontes diversas de Potássio.

Fonte de variação		Quadrados Médios			
		AP	NF	DC	Xilopódio
Sal	5	569.493194	88.841667	37.803479	43787.200000
Fontes	1	482.445722	19.316667	0.430854	6127.288889
Interação (CEa x K)	5	37.870653	6.275000	3.544087	647.566667
Bloco	4	26.274889	3.216667	0.087265	155.288889
Resíduo	44	24.424532	3.841667	0.935358	198.788889
CV (%)	-	10.71	11.40	11.15	12.68

^{ns}, ^{**}, ^{*} respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Na Figura 1, constata-se que para a variável altura da planta, observam-se respostas isoladas para os fatores salinidade e fontes de adubação potássica, onde para o fator salinidade da água ocorreu um decréscimo na forma linear de 33,11% com o aumento da concentração de sais presentes na água, enquanto para o fator fonte a melhor média obtida foi no tratamento KNO_3 , com média de 50,18 cm, não diferindo estatisticamente do averiguado com a fonte K_2SO_4 , o menor dos valores para a variável em questão foi observado para a fonte KCl . Em trabalhos com o uso de (KCl) foi notado uma redução nas taxas fisiológicas à medida que se elevava o teor desse nutriente no solo, quando associados a uma fonte de água com condutividade elétrica elevada, uma vez que seu índice salino é de (116,3) dificultando assim a aquisição de solução nutritiva pela planta deprimindo a sua atividade fisiológica natural (LIMA et al., 2020). Mesmo não havendo uma variação da condutividade elétrica na água de irrigação, a diferença de teores salinos entre as fontes pode ter influenciado diretamente nas taxas fisiológica da planta, reduzindo assim a produção de foto assimilados e seu posterior

crescimento vegetativo, uma vez que para assegurar mais ainda este ponto de vista o melhor valor para este fator foi na fonte de KNO_3 o qual seu índice salino corresponde a (74), o que dá uma maior estabilidade ao potencial osmótico facilitando assim a absorção pelas raízes espelhando desta forma uma maior desenvoltura da planta ao seu crescimento.

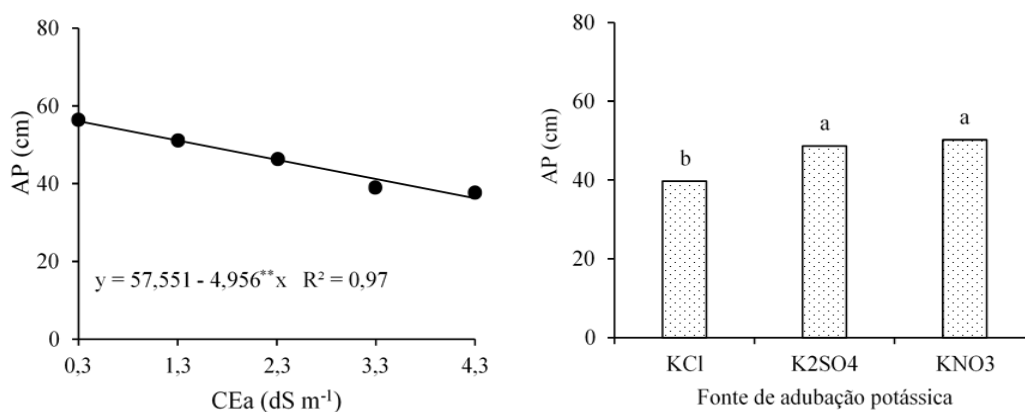


Figura 1. Altura de plantas (AP) de cajá em função de níveis crescentes de salinidade da água de irrigação (A) e fontes de adubação potássica.

Já para o número de folhas, evidencia-se, na (Figura 2), que o seu desempenho frente aos fatores em estudo também transcorreu de forma isolada, onde o decréscimo linear constatado em função do incremento unitário do nível salino da água foi de 27,84%. Essa redução pode ser explicada devido o aparecimento de um potencial osmótico maior em cada nível salino dificultando assim a absorção dos íons presentes na solução, principalmente de cálcio e magnésio que tem competição direta no sítio de absorção com o potássio, o qual é absorvido em maior quantidade dificultando assim a formação de tecido jovens ocasionando redução na turgescência celular e a incapacidade da expansão da mesma por falta destes dois elementos supracitados (LIMA et al., 2019). No que se diz respeito as diferentes fontes de K, a melhor média observada para essa variável foi averiguada para a fonte KNO_3 , cujo valor médio correspondeu a 18,43 folhas, a qual, semelhantemente ao observado para a variável altura de plantas na (Figura 1), não exibiu diferenças estatísticas quando equiparada a adubação com a fonte K_2SO_4 . O uso do nitrato de potássio vem sendo empregado de forma mais efetiva devido a sua solubilidade e seu baixo teor salino quando comparado com outras fontes mais baratas como o cloreto. Para essa variável, a menor média também foi obtida utilizando-se da fonte KCl. Essa redução efetiva no número de folhas e conseqüentemente a área foliar da planta pode esta correlacionada com a competitividade interna entre os cátions, uma vez que o sítio de absorção do cálcio e magnésio são os mesmos para o potássio, sendo que este último tem uma preferência em sua absorção pela planta, e desta forma causando uma deficiência daqueles

comprometendo assim diretamente a formação de tecidos jovens que necessita destes sais (ANDRIOLO et al., 2010).

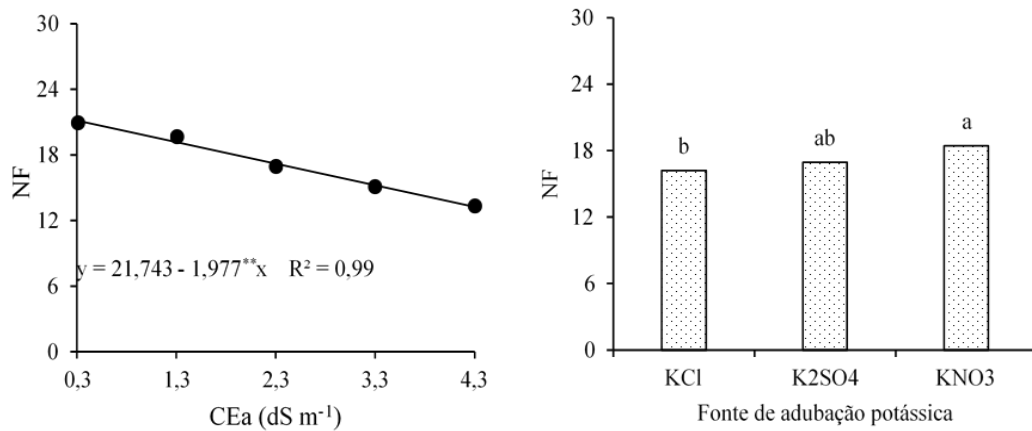


Figura 2. Número de folhas (NF) de plantas de cajá em função de níveis crescentes de salinidade da água de irrigação (A) e fontes de adubação potássica.

Na Figura 3, observam-se os efeitos da interação entre os fatores em estudo para as variáveis Diâmetro de caule (Figura 3A) e fitomassa fresca dos Xilopódios (Figura 3B), onde para o diâmetro ocorreram decréscimos de formas lineares de 51,78; 51,05 e 34,22 % por incremento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação para as fontes KCl, K₂SO₄ e KNO₃, respectivamente. Enquanto para a massa fresca do Xilopódio, o decréscimo linear por incremento unitário de ECa foi de 85,57; 86,24 e 82,22, respectivamente para as fontes de Potássio KCl, K₂SO₄ e KNO₃. Essa redução no crescimento caulinar está associada diretamente a produção destas plantas sob estresse salino, uma vez que ocorre um comprometimento parcial da fotossíntese reduzindo desta forma a sua expansão (MUNNS & TESTER 2008). Ainda neste sentido quando associados a diferentes fontes de potássio o decréscimo pode ser mitigado com o uso do KNO₃, isso devido a sua baixa salinidade e por apresentar uma boa solubilidade facilitando desta forma sua absorção em solução. O uso do KCl tem algumas ressalvas que podem ter ocasionado a sua deficiência qualitativa no estudo, o mesmo quando associado a águas pesadas pode precipitar dificultando assim a sua absorção. É comum em plantas submetidas a estresse salino um maior gasto energético para a conservação do seu metabolismo, desta forma garantindo em parte o seu desenvolvimento em tais condições (SOUZA et al., 2015). Assim o real acúmulo de Na⁺ e Cl⁻ no tecido vegetal pode ter induzido uma redução na turgidez das células e conseqüentemente a sua expansão celular dificultando desta forma o crescimento das mudas (SOUZA et al., 2011). Isso pode ser observado na (Figura III A e B) onde se comportaram de forma semelhante indicando que com o incremento da salinidade na água de irrigação e o uso de fontes com o potencial salino maior reduziu de forma linear ganho

de diâmetro caulinar e a redução na fitomassa fresca do xilopódio. Uma das hipóteses para a redução da razão de massa da planta está relacionada à fotossíntese, e a redução da fotossíntese devido ao estresse de salinidade pode ter reduzido o desenvolvimento, resultando em redução de parte aérea e massa radicular.

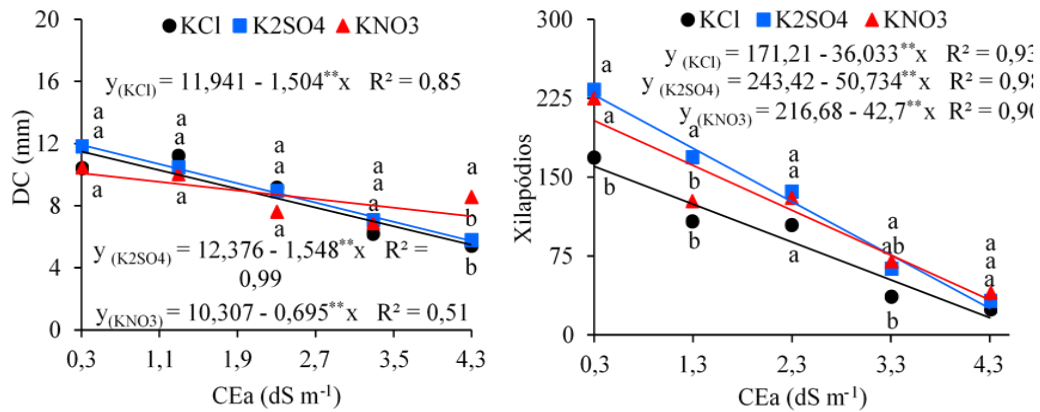


Figura 3. Diâmetro de caule (DC) (A) e massa fresca dos Xilopódios (B) de plantas de cajá em função de níveis crescentes de salinidade da água de irrigação e fontes de adubação potássica.

CONCLUSÕES

O uso de fontes diversas de potássio não apresenta efeito mitigante sob a salinidade encontrada na água de irrigação. O uso de KCl potencializa o efeito deletério da salinidade, reduzindo ainda mais o crescimento vegetativo da planta. A fonte potássica mais indicada para maximizar o crescimento vegetativo de plantas de cajá é o KNO₃.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIOLO, J. L.; JANISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; PICIO, M. D.; CARDOSO, F. L.; ERPEN, L. Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.267-272, 2010.
- ASSIS, J. P.; SOUSA, R. P.; LINHARES, P. C. F.; CARDOSO, E. A.; PAULA, J. A. A.; ALVES, L. S.; PEREIRA, M. F. S.; SILVA, C. C.; NOGUEIRA, G. S. L. R.; SILVA, M. B. A. Biometry of the characteristics of cajazeira (*Spondias mombin* L.) stone in Northeast Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 12, n. 1, p.1-15, 2020.

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão do Nordeste: caracterização, variação sazonal, limitação de uso.** Recife: CNPq, 1995. 128p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

LIMA, G. S. DE; FERNANDES, C. G. J.; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.33, n.1, p.184-194, 2020.

LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, S. S. Growth and production components of West Indian cherry cultivated with saline waters and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.4, p.250-256, 2019.

LIMA, S. D. et al. A engenharia de suculência do tecido vegetal melhora a eficiência do uso da água, atenuação do estresse do déficit de água e tolerância à salinidade na Arabidopsis. **O Plant Journal**, v. 103, n. 3, p. 1049-1072, 2020.

MEDEIROS, J. F. DE. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE.** (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1992. 173p.

MUNNS, R.; TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**. Palo Alto, v. 59, p. 651-681, 2008.

PAIVA, F. I. G.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. A.; DA COSTA, L. R.; MOTA, A. F.; JUNIOR, H. S. O. Qualidade da fibra do algodoeiro BRS verde irrigado com águas de diferentes níveis salinos. **Irriga**, Edição Especial, v.1, n.1 p. 209-220, 2016.

SANTOS, H. G. DOS et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5ª Ed. Rev. Ampl. - Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 356p.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy.** 12th ed. Washington: USDA, 2014. 372p.

SOUSA, A. B. O. et al. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011

SOUZA, B. R.; FREITAS, I. A. S.; LOPES, V. A.; ROSA, V. R.; MATOS, F. S. Growth of eucalyptus plants irrigated with saline water. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n.10, p. 1091-1096, 2015.

SOUZA, F. X. **Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de cajazeira na Chapada do Apodí, Ceará**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.80p.

SOUZA, F. X. DE; PORTO FILHO, F. DE Q.; MENDES, N. V. B. **Umbu-cajazeira: descrição e técnicas de cultivo**. 2020