



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

CÍCERO FÁBIO DE SOUSA ALVARENGA

**CRESCIMENTO E FISIOLOGIA DE ACEROLEIRA IRRIGADA COM
ÁGUAS SALINAS SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

**POMBAL – PB
2018**

CÍCERO FÁBIO DE SOUSA ALVARENGA

**CRESCIMENTO E FISIOLOGIA DE ACEROLEIRA IRRIGADA COM
ÁGUAS SALINAS SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação *Stricto Senso* em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal – PB, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Orientadores: Prof. D.Sc.. Reginaldo Gomes Nobre
MSc. Evandro Manoel da Silva

**POMBAL – PB
2018**

- A473c Alvarenga, Cícero Fábio de Sousa.
Crescimento e fisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob adubação nitrogenada e potássica / Cícero Fábio de Sousa Alvarenga. – Pombal, 2018.
55 f. : il.
- Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.
"Orientação: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre, Prof. Me. Evandro Manoel da Silva".
Referências.
1. Acerola – Cultura. 2. *Malpighia emarginata* D.C. 3. Aceroleira Irrigada – Estresse Salino. 4. Acerola – Adubação – Nitrogênio e Potássio. I. Nobre, Reginaldo Gomes. II. Silva, Evandro Manoel da. III. Título.

CDU 634.3(043)

CÍCERO FÁBIO DE SOUSA ALVARENGA



Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar



CAMPUS DE POMBAL

**“CRESCIMENTO E FISILOGIA DE ACEROLEIRA IRRIGADA COM
ÁGUAS SALINAS SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA”**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 05/03/2018

COMISSÃO EXAMINADORA

Reginaldo Gomes Nobre

Prof. D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre
Orientador

Evandro Manoel da Silva

Prof. D. Sc. Evandro Manoel da Silva
Orientador

Railene Hérica Carlos Rocha Araújo

Prof.ª D. Sc. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo
Examinadora Interna

Everaldo Marjano Gomes

Prof. D. Sc. Everaldo Marjano Gomes
Examinador Externo

POMBAL-PB
MARÇO-2018

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS
RUA: JAIRO VIEIRA FEITOSA, 1770 - CEP.: 58840-000 - POMBAL - PB
SECRETARIA DO PPGSA: 3431-4016 COORDENAÇÃO DO PPGSA: 3431-4069

*Aos meus pais, João Alvarenga de
Sousa e Francisca de Sousa*

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fonte de inspiração espiritual e pelo dom da vida, pela paz, saúde, proteção e coragem por essa importante conquista;

A minha esposa Albanete Fernandes de Oliveira e aos nossos filhos, Rhuan David Alvarenga Fernandes e João Pedro Fernandes Alvarenga, pelo companheirismo, compreensão, amizade, paciência e amor;

Aos meus irmãos e irmãs: Neide, Hélio, Fabiana, Francileide e Francicleide, pelo apoio, incentivo, nessa importante conquista;

Aos demais familiares e amigos que sempre acreditaram e confiaram em mim;

Ao professor D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre, pela oportunidade e dedicação na minha orientação, pela sabedoria, paciência, amizade, confiança e ensinamentos, durante a orientação desse trabalho;

Aos professores (as): D.Sc. Everaldo Gomes Marinho, D.Sc. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo e ao M.Sc. Evandro Manoel de Sousa, por se disporem à avaliação do trabalho e pelas valiosas sugestões para sua melhoria.

Ao amigo Leandro, pelos vários ensinamentos, incentivos e contribuições para melhoria do trabalho;

A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba/EMATER – PB, por meio do Coordenador da Região Administrativa de Sousa/PB, Francisco de Assis Bernardino;

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPGSA), pela oportunidade de realização do curso;

Ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por me proporcionar essa qualificação profissional;

A todos os professores do CCTA, pelos ensinamentos ministrados em sala de aula, campo e laboratórios.

Aos funcionários do CCTA, em especial a Normando pela amizade, apoio e paciência. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa (Edital Universal);

Aos amigos que compõem a equipe de estudo, junto ao professor Reginaldo Gomes, pelo comprometimento e dedicação na condução do experimento, durante toda a pesquisa.

De forma geral, agradeço a todos que acreditaram na minha potencialidade e me ajudaram de forma direta ou indiretamente na realização desse sonho.

ALVARENGA, Cícero Fábio de Sousa. **Crescimento e fisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob adubação nitrogenada e potássica**. 2018. 54 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB.¹

RESUMO

A utilização de água salina em áreas irrigadas no semiárido brasileiro tem se intensificado, principalmente, devido os longos períodos de estiagem, resultando em diminuição do crescimento e produtividade das culturas, em consequência dos efeitos osmóticos, tóxicos e desequilíbrio nutricional, quais podem ser mitigados pelo manejo da adubação. Neste sentido, objetivou-se com a pesquisa avaliar o efeito de diferentes salinidades na água de irrigação em interação com combinações de adubações nitrogenada e potássica sobre o crescimento e fisiologia de plantas de aceroleira, aos 200 dias após o transplantio. O experimento foi realizado em campo, no CCTA/UFCG, em delineamento de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, referentes a cinco salinidades da água de irrigação ajustadas para condutividades elétricas (CEa) de 0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹ em interação com quatro combinações (NK) de doses de nitrogênio (N) e potássio (K₂O), sendo NK1 = 70%N + 50%K₂O; NK2 = 100%N + 75%K₂O; NK3= 130%N + 100%K₂O e NK4= 160%N + 125%K₂O. Foram utilizadas três repetições e parcela composta por um lisímetro de 60 Litros contendo uma planta, totalizando 60 lisímetros no experimento. Utilizou-se a cv. Flor Branca, enxertada sobre porta-enxerto da cv. Junco. Constatou-se que a maioria das variáveis de crescimento e fisiológicas não foram comprometidas pela irrigação com salinidade da água de até 4,3 dS m⁻¹. Não houve mitigação do estresse salino pela combinação das doses de adubação nitrogenada e potássica sobre o diâmetro do caule abaixo da enxertia e diâmetro de ramos primários afetados pela salinidade da água. A combinação das doses de 70%N (35 g de N) + 50% K₂O (20 g de K₂O) promoveram, de forma isolada, aumento das trocas gasosas e o maior crescimento das plantas de aceroleira.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata* D.C. Estresse salino. Nitrogênio e potássio.

¹ Orientadores: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre, CCTA/UFCG e MSc. Evandro Manoel da Silva, CTRN/UFCG

ALVARENGA, Cícero Fábio de Sousa. **Growth and physiology of irrigated acerola plant with salt water under nitrogen and potassium fertilization.** 2018. 54 p. Dissertation (Master of Agroindustrial Systems) - Federal University of Campina Grande. Pombal – PB.²

ABSTRACT

The use of saline water in irrigated areas in the Brazilian semi-arid region has intensified mainly due to the long periods of drought, resulting in reduced crop growth and productivity, as result of osmotic, toxic and nutritional imbalance effects, which may be mitigated by management of manuring. In this sense, the objective of the research was to evaluate the effect of different salinities on irrigation water in interaction with combinations of nitrogen and potassium fertilizations on the growth and physiology of acerola plants at 200 days after transplanting. The experiment was realized in the field at the CCTA / UFCG, in a in a lineation block design, with treatments disposed in a 5 x 4 factorial scheme, referring to five irrigation water salinities adjusted for electrical conductivity (CEa) of 0.3; 1,3; 2,3; 3.3 and 4.3 dS m⁻¹ in interaction with four combinations (NK) of nitrogen (N) and potassium (K₂O) doses, with NK1 = 70% N + 50% K₂O; NK2 = 100% N + 75% K₂ O; NK 3 = 130% N + 100% K₂ O and NK 4 = 160% N + 125% K₂ O. Three replicates were used and plot consisting of a lysimeter of 60 Liters containing a plant, totaling 60 lysimeters in the experiment. The cv. White flower, grafted on rootstock cv. Reed. It was found that the majority of growth and physiological variables were not compromised by irrigation with water salinity up to 4.3 dS m⁻¹. There was no salt stress mitigation by the combination of nitrogen and potassium fertilization rates on stem diameter below grafting and diameter of primary branches affected by water salinity. The combination of the doses of 70% N (35 g of N) + 50% K₂O (20 g of K₂O) promoted, in an isolated way, increased gas exchange and the highest growth of the acerola plants.

Keywords: *Malpighia emarginata* D.C. Saline stress. Nitrogen and potassium.

² Master Advisor: Ph.D. Reginaldo Gomes Nobre, CCTA/UFCG and MSc. Evandro Manoel da Silva, CTRN/UFCG

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1. Dados de precipitação no CCTA/UFCG, município de Pombal - PB e, de temperatura e umidade Relativa – UR do município de Sousa – PB, na mesorregião do Sertão Paraibano, no período de 19 de abril a 09 de novembro de 2017.....	27
FIGURA 2. Adubação fosfatado ao solo de plantio de um lisímetro (A), plantio das mudas de aceroleira no lisímetro de 60 L (B) e plantas conduzidas sob hastes de madeira, cultivadas em solo com cobertura morta, recebendo adubação nitrogenada e potássica (C).....	30
FIGURA 3. Plantas do experimento podadas para emissão de ramos secundários aos 60 DAT (A); ramos primários brotados e conduzidos radialmente sobre o caule das plantas aos 130 DAT (B) e vista do experimento aos 200 DAT (C).....	31
FIGURA 4. Medição do diâmetro de caule no ponto da enxertia (A), diâmetro (B) e comprimento de ramos secundários (C) de plantas de aceroleira aos 200 DAT.....	32
FIGURA 5. Avaliação fisiológica de trocas gasosas com utilização do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA) (A), e de fluorescência da clorofila <i>a</i> , utilizando o fluorômetro PEA – Hansatech (B).....	33
FIGURA 6. Diâmetro de caule abaixo da enxertia - DCab (A) e diâmetro médio de ramos primários – DRpr (B) de plantas de aceroleira em função da salinidade da água de irrigação – CEa, aos 200 dias após a transplantio – DAT.....	36
FIGURA 7. Diâmetro de caule baixo da enxertia – Dcab (A), no ponto da enxertia – DCpo (B), acima da enxertia – DCac (C), diâmetro de ramos primários – DRpr (D) e comprimento de ramos primários – CRpr (E) em plantas de aceroleira adubadas com diferentes combinações de doses de nitrogênio e potássio, aos 200 dias após a transplantio – DAT.....	37
FIGURA 8. Condutância estomática – Gs (A), transpiração – E (B), taxa de assimilação de CO ₂ – A (C) e concentração intracelular de CO ₂ – (D) em folhas de plantas de aceroleira adubadas com diferentes combinações de doses de nitrogênio e potássio, aos 200 dias após a transplantio – DAT.....	41
FIGURA 9. Eficiência instantânea de carboxilação – EiCi (A) e eficiência intrínseca de uso da água – EiUA (B) em folhas de plantas de aceroleira adubadas com diferentes combinações de doses de nitrogênio e potássio, aos 200 dias após a transplantio – DAT.....	43

LISTA DE TABELAS

		Pag.
TABELA 1.	Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.....	30
TABELA 2.	Resumo da análise de variância para diâmetro do caule abaixo da enxertia (DCab), no ponto da enxertia (DCpo), acima da enxertia (DCac), diâmetro (DRp) e comprimento do ramo primário (CRpr), número de ramos por planta (NRpl) e número de folhas (NF) em plantas de aceroleira irrigada com águas salinizadas, sob combinações de adubação nitrogenada e potássica, aos 200 dias após o transplântio – DAT	34
TABELA 3.	Resumo da análise de variância para concentração intracelular de CO ₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (Gs), taxa de assimilação de CO ₂ (A), eficiência intrínseca de carboxilação (EiCi) e eficiência intrínseca de uso da água (EiUA) em plantas de aceroleira irrigada com águas salinizadas, sob combinações de adubação nitrogenada e potássica, aos 200 dias após o transplântio – DAT.....	40
TABELA 4.	Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) e produção quântica do fotossistema II (Fo/Fm) em plantas de aceroleira irrigada com águas salinizadas, sob combinações de adubação nitrogenada e potássica, aos 200 dias após o transplântio - DAT.....	44

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 GERAL.....	12
2.2 ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 A CULTURA DA ACEROLEIRA	13
3.1.1 Resposta da aceroleira à irrigação com água salina	14
3.1.2 Adubação nitrogenada e potássica na aceroleira	15
3.2 QUALIDADE DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL.....	17
3.3 USO DE ÁGUA SALINA NA IRRIGAÇÃO.....	18
3.3.1 Efeito osmótico	19
3.3.2 Efeito tóxico e desbalanço nutricional	20
3.4 TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE	22
3.4.1 Mecanismos de tolerância	23
3.5 Nitrogênio e potássio como mitigadores do estresse salino.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO	27
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	27
4.3 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	28
4.4 AQUISIÇÃO E PLANTIO DAS MUDAS	29
4.5 PODAS	31
4.6 VARIÁVEIS ANALISADAS	31
4.6.1 Crescimento	31
4.6.2 Fisiológicas	32
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.) é uma fruteira de clima tropical, nativa das Ilhas do Caribe, América Central e Norte da América do Sul (RITZINGER; RITZINGER, 2011). No Brasil, seu cultivo foi intensificado no período de 1988 a 1992 e continua em ascensão ao longo dos anos, em virtude da sua importância para a alimentação humana, e da riqueza em vitamina C, que em algumas variedades pode chegar a 5.000 mg/100 g de polpa e, da potencialidade social e econômica da cultura (CALGARO; BRAGA, 2012).

Apesar de pouca divulgação de dados recentes da área plantada e produção de acerola no Brasil, verificou-se pelo último levantamento de dados em 2006, uma produção de 24,45 mil toneladas de acerola em uma área de 3,49 hectares, com destaque para a região Nordeste, que produziu mais de 18 mil toneladas, principalmente nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Bahia e Ceará (IBGE, 2006).

Nos últimos anos, foi observada redução do volume de produção de fruteiras nos pomares Brasileiros, especificamente na Região Semiárida do Nordeste, impactado pelas condições climáticas desfavoráveis, devido às estiagens persistentes e déficit de água de qualidade para irrigação (CARVALHO et al., 2017); assim, impondo pressão para o uso de água salina na irrigação, sendo boa parte proveniente de açudes de pequeno e médio porte e poços profundos, que apresentam CEA variando de 1,97 a 2,98 dS m⁻¹ (MEDEIROS et al., 2003).

O uso de água com excesso de sais na irrigação pode comprometer as propriedades físico-químicas do solo, a emergência, crescimento, fisiologia e produção das culturas (MUNNS, 2005), principalmente, da aceroleira que é classificada como moderadamente sensível à salinidade, com salinidade limiar da água de irrigação na fase de muda de 1,16 dS m⁻¹ (GURGEL et al., 2003a).

O acúmulo de sais no solo diminui a disponibilidade de água às plantas devido à redução no potencial osmótico da solução do solo, onde a planta tende a dispendar mais energia para absorver água e nutrientes (ASHRAF; HARRIS, 2004). Outrossim, podem ocorrer efeitos tóxicos principalmente dos íons Na⁺ e Cl⁻ (MUNNS, 2005), além de desequilíbrio nutricional, ocorrendo deficiências de Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ induzidas por excesso de Na⁺ (MARSCHNER, 2011), e a concentração de Cl⁻ interferir na absorção de NO₃⁻ através de competição iônica (FLOWERS, 2004).

As respostas ao estresse salino variam amplamente dependendo do genótipo da planta, enquanto algumas são altamente susceptíveis, outras espécies apresentam elevada tolerância à salinidade, isto, em consequência de mecanismos de tolerância, como ajuste osmótico e controle na absorção e translocação de sais (WILLADINO; CAMARA, 2010). Além disso, a toxicidade iônica evidenciada por alterações nas razões K^+/Na^+ , Ca^{2+}/Na^+ e NO_3^-/Cl^- dos tecidos, pode ser superada (APSE; BLUMWALD, 2007), sendo que plantas mais tolerantes à salinidade exibem valores mais elevados de certas relações destes nutrientes nas folhas do que aquelas menos tolerantes, compensando o desequilíbrio nutricional (KAFKAFI, 1987).

Neste sentido, Andrade Junior et al. (2011) ressaltam que o aumento da dose de determinados fertilizantes aplicados em uma cultura sensível à salinidade poderá elevar estas relações nas folhas e, conseqüentemente, promover um aumento na tolerância da cultura à salinidade. Neste aspecto, infere-se que doses crescentes de adubação nitrogenada e potássica sob determinado nível salino podem elevar a concentração de N e K nas folhas, reduzindo a relação Cl^-/NO_3^- e Na/K , com restabelecimento do equilíbrio nutricional e mitigação dos efeitos tóxicos dos íons Na^+ e Cl^- nas plantas.

Concentrações adequadas de NO_3^- em relação ao Cl^- na planta sob salinidade contribuirão para maior síntese de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, clorofila, ácidos nucleicos (TAIZ; ZAIGER, 2013), e outras importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH e inúmeras enzimas (HARPER, 1994), que normalmente são afetadas pelo estresse salino. Estes compostos orgânicos promovem o ajuste osmótico, impondo maior resistência ao estresse salino (SILVA et al., 2008).

Do mesmo modo, maiores concentrações de K em relação ao Na podem reduzir o efeito negativo do acúmulo deste íon tóxico, que quando em concentrações elevadas nos tecidos foliares pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de K, como a abertura estomática, a fotossíntese, a respiração e a síntese de proteínas (APSE; BLUMWALD, 2007).

Alguns trabalhos evidenciam que o N e K são os macronutrientes mais requeridos pela cultura e exportados pelos frutos da espécie, devido estar intimamente relacionados com o crescimento, fisiologia e produção da cultura (VELOSO et al., 2001a; LIMA, 2008), podendo, também, a adubação nitrogenada e potássica se perfazerem como uma das principais técnicas para viabilização do manejo da adubação, do solo e da água com problemas de sais em áreas irrigadas no Semiárido brasileiro (BLANCO et al., 2008; ANDRADE JUNIOR et al., 2011;

GURGEL et al., 2010a e 2010b), tornando-se alternativas que promovam uma exploração sustentável desta cultura sob irrigação, em condição de semiaridez.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o efeito de diferentes salinidades na água de irrigação em interação com combinações de adubações nitrogenada e potássica sobre o crescimento e fisiologia de plantas de aceroleira, aos 200 dias após o transplante.

2.2 ESPECÍFICOS

✓ Verificar as variáveis fisiológicas e de crescimento da aceroleira afetadas pela salinidade da água de irrigação.

✓ Determinar o limite de salinidade da água de irrigação para o cultivo da aceroleira no final da fase vegetativa e estabelecer a combinação adequada da adubação nitrogenada e potássica para o melhor desenvolvimento das atividades fisiológicas e maior crescimento da cultura.

✓ Identificar a combinação de doses de N e K que possam atuar na mitigação do efeito negativo da salinidade sobre o crescimento e fisiologia da aceroleira e imponha maior tolerância da cultura ao estresse salino na fase de crescimento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A CULTURA ACEROLEIRA

A aceroleira pertence à família Malpighiaceae, gênero Malpighia. Esta família possui cerca de 63 gêneros e 850 espécies, das quais cerca de 30 espécies fazem parte do gênero Malpighia, com ocorrência principalmente nas regiões tropicais do continente americano. A espécie cultivada é a *Malpighia emarginata* D.C, cuja denominação atribuída em 1986 pelo Interacional Board of Plant Genetic Resources (IBPGR) (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

A aceroleira é um arbusto ou árvore de pequeno a médio porte que pode chegar a 3,0 m de altura, mas que sob condições de plantio comercial atinge 1,5 a 2,0m de altura, em consequência do manejo da poda (ALVES; MENEZES, 1995). Apresenta tronco único ou ramificado, ramos densos, espalhados e geralmente curvados para baixo. As folhas são simples, opostas, de pecíolo curto e forma que varia de oval a elíptica. As flores hermafroditas, dispostas em pequenos cachos pedunculados, surgem na axila das folhas de ramos novos ou em esporões laterais após surtos de crescimento vegetativo (ALVES; MENEZES, 1995; RITZINGER; RITZINGER, 2011). Os frutos da aceroleira são drupas de forma arredondada, ovalada ou cônica e quando maduros, apresentam cor vermelha, roxa ou amarela, com peso variando de 3 a 16 gramas em função do potencial genético da planta e das condições de cultivo (BARBOZA et al., 1996). As sementes são pequenas, monoembriônicas e de baixa viabilidade que varia de 20% a 50% (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

A aceroleira não é muito exigente quanto ao tipo de solo, podendo ser cultivada em solos arenosos e em solos argilosos, desde que se adotem os devidos cuidados de adubação e drenagem, pois a cultura é sensível ao enxarcamento, sendo os solos de fertilidade mediana e textura argilo-arenosos os mais propícios ao cultivo dessa fruteira (CRISÓSTOMO; NAUMOV, 2009). Faixas de pH do solo entre 4,5 e 6,5 e altitude variando desde o nível do mar até 800 m são propícios para o desenvolvimento da cultura (BARBOZA et al., 1996; RITZINGER; RITZINGER, 2011).

Por ser uma planta rústica, a aceroleira desenvolve-se bem tanto em clima tropical quanto subtropical, necessitando para o seu desenvolvimento e produção, temperaturas entre 15 °C e 32 °C, com médias anuais próximas a 27 °C (CALGARO; BRAGA, 2012).

No semiárido, devido aos baixos índices pluviométricos e a irregularidade das precipitações, a produção só é possível com o uso de irrigação, cuja condição favorece a precocidade da cultura, iniciando a produção em plantas enxertadas por volta dos 6 a 7 meses do plantio (BARBOSA *et al.*, 1996).

A planta é exigente quanto à insolação, que também influencia na concentração de ácido ascórbico (vitamina C), produto derivado da atividade fotossintética. Este ácido ascórbico é antioxidante e também protege o sistema fotossintético dos danos solares, interagindo positivamente nos processos bioquímicos da fotossíntese. Dessa maneira, a radiação solar interfere diretamente no crescimento, fisiologia, produção das plantas e qualidade dos frutos de acerola (CALGARO; BRAGA, 2012). Neste sentido, estes autores reportam que a associação de temperaturas elevadas (24 °C a 31 °C), alta radiação solar (2.000 a 3.000 horas/ano) e disponibilidade de água para irrigação na região semiárida do Nordeste brasileiro proporcionam as condições climáticas necessárias ao desenvolvimento da aceroleira, assegurando elevado rendimento na produção de frutos de ótima qualidade.

A acerola pode ser consumida na forma de polpa, *in natura*, sob a forma de suco natural, ou como fonte enriquecedora de vitamina C quando associada ao suco de outras frutas. Também entram na fabricação de licores, geleias, doces em calda e em pasta, sorvetes, chicletes e bombons; com isso, incrementando perspectivas de mercado em vários setores do comércio (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

Além disso, as perspectivas efetivas de exportação de acerola nas formas de suco concentrado e de polpa integral congelada são promissoras, o que pode obter com seu cultivo excelente opção de mercado. No mais, as características da acerola como cultura perene, produzindo praticamente durante o ano todo nos projetos irrigados do Nordeste, permitem ao pequeno fruticultor ter um fluxo de caixa quase contínuo, revestindo-se isto de fundamental importância para agregação de renda, uma vez que o pequeno produtor no Semiárido nordestino, em geral, tem dificuldade em obter capital de giro nas entressafras (CALGARO; BRAGA, 2012).

3.1.1 Resposta da aceroleira à irrigação com água salina

Gurgel *et al.* (2003a) observaram que a salinidade da água de irrigação variando entre 0,5 e 5,5 dS m⁻¹ prejudica a percentagem de plantas emergidas, índice de velocidade de germinação e o crescimento das plantas, sendo que a sensibilidade das mudas ao estresse

salino diminui ao logo do tempo, possibilitando classificar o clone BV1 de aceroleira como moderadamente sensível, cuja salinidade limiar de $1,16 \text{ dS m}^{-1}$, na época da enxertia, aos 90 dias após a emergência (DAE).

No tocante à fisiologia e crescimento, Gurgel *et al.* (2003b) verificaram entre 50 e 60 dias após a emergência que a velocidade de crescimento e a fotossíntese líquida da aceroleira decrescem com o aumento da salinidade na água variando de $0,5$ a $5,5 \text{ dS m}^{-1}$, sendo o sistema radicular mais prejudicado que a parte aérea com o aumento da salinidade na água.

Todavia, Gurgel *et al.* (2007) notificaram que aumentos da salinidade na água irrigação até a CEa de $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ diminui o crescimento e acúmulo de fitomassas de aceroleira, porém, não prejudica a adequabilidade de porta-enxertos de Clone BV1 para propagação por garfagem aos 80 dias após repicagem para tubetes, e não afeta o pegamento, nem compromete as mudas de aceroleira enxertadas com clone Clone BV7 até a fase de transplântio (50 dias após a enxertia).

Sá *et al.* (2017) estudando a fisiologia em plantas de aceroleira enxertada com cultivar BRS 336-Jaburu e porta-enxerto Crioula, observaram que a irrigação com salinidade da água até $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ não afeta o conteúdo relativo de água nas folhas e a eficiência fotoquímica, porém inibi as trocas gasosas nas plantas aos 75 dias após o transplântio.

3.1.2 Adubação nitrogenada e potássica na aceroleira

O nitrogênio mineral do solo prontamente disponível para as plantas está representado, principalmente, pelas formas iônicas amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) (FURTINI NETO *et al.*, 2001). A assimilação do N nas plantas compreende os processos de redução do nitrato a amônio e a incorporação do amônio em aminoácidos para formação de proteínas, que participam como enzimas nos processos metabólicos das plantas exercendo assim, atividade funcional (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000). Além disso, o N desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, clorofila, ácidos nucleicos, entre outros (TAIZ; ZAIGER, 2013)

O potássio na solução do solo aparece na forma iônica, K^+ , forma esta absorvida pelas raízes das plantas. As plantas absorvem em altas concentrações, que são requeridas para a neutralização de ânions insolúveis e solúveis (a exemplos de ânions de ácido orgânicos e ânions inorgânicos) e para estabilizar o pH entre 7 e 8, considerado ótimo para as reações

enzimáticas. O potássio contribui também para a regulação osmótica da planta e atua como cofator na ativação enzimática e no processo de absorção iônica (FAQUIN, 2005).

Esses macronutrientes são os mais requeridos pela cultura da aceroleira, estando intimamente relacionados com o crescimento, fisiologia e produção da cultura (VELOSO *et al.*, 2001a; LIMA, 2008).

Veloso *et al.* (2001a) estudando a influência da adição de N e K na forma de ureia e KCl em mudas de aceroleira observaram que estes macronutrientes são fundamentais no crescimento das plantas, contribuindo para o acúmulo de matéria seca nas plantas e acúmulo de N nos diferentes órgãos e de K nas folhas, sendo que o N também contribui indiretamente para o acúmulo de Ca, P e Mg em caule, folhas e raiz.

Outrossim, foi verificado que a aplicação de nitrogênio utilizado distintas fontes de N (sulfato de amônia, nitrato de cálcio, ureia e salitre do chile), favorecem o acúmulo de N, além de S e Ca, contribuindo para acúmulo de fitomassa em caules, folhas, raízes e total na planta de aceroleira (VELOSO *et al.*, 2001b).

Da mesma forma, Ferreira (2014) concluíram que doses adequadas de N e K incrementam o crescimento de mudas de aceroleira e influenciam indiretamente no acúmulo de outros macro e micronutrientes, como Ca, Mg, P, S, Mn, B, Z e Fe.

Silva *et al.* (1998) e Fernandes *et al.* (2000) verificaram em plantas de aceroleira com 360 e 120 dias após o transplântio, respectivamente, que o K seguido do N são os macronutrientes mais requeridos pela cultura da aceroleira. Em relação à sintomatologia, os mesmos autores observaram que a deficiência de N causa drástica redução no crescimento e, amarelecimento nas folhas mais velhas inicialmente, tornando-se posteriormente generalizado, contribuindo para diminuição do tamanho das folhas e coloração verde-clara. Na deficiência de K foi observado apenas leve amarelecimento das folhas mais velhas.

Esashika *et al.* (2013) verificaram que o fornecimento via foliar de N e K também contribuem para acúmulo destes nutrientes nas folhas de aceroleira, principalmente quando complementado com adubação orgânica, e que podem influenciar positivamente sobre a fisiologia e o crescimento das plantas.

Em relação à recomendação de doses de N e K para cultura da aceroleira durante e após o transplântio, Musser (1995) e Kavat (1995) recomendam para o plantio 10 a 20 litros de esterco de curral para suplementar o N e, 200 a 300 g de cloreto de potássio como fonte de K; e na fase de crescimento no primeiro ano, aplicação de 53 g de ureia e 33 g de KCl (MUSSER, 1995). Todavia, Cavalcanti (2008), sugere que a adubação na aceroleira devem

ser realizados de acordo com análise de solo, recomendando aplicação de 20 Litros de esterco bovino curtido e, 20 a 60 g de K_2O no plantio, além de 100 g de N e 30 a 120 g de K_2O na fase de crescimento da cultura, sob irrigação.

3.2 QUALIDADE DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL

Em regiões áridas e semiáridas, a concentração de sais nas águas pode atingir valores elevados, prejudicando o solo e as plantas. Atualmente, vastas áreas vêm sendo afetadas pela salinidade como resultado de ações antrópicas, tais como irrigações sem previsão de drenagem, lâmina insuficiente de irrigação, uso de água salina, manejo inadequado da adubação ou mesmo a combinação destes fatores, que tem resultado na queda do rendimento das culturas e degradação de solos por salinidade e sodicidade (FERREIRA *et al.*, 2010; RIBEIRO, 2010).

De acordo com Holanda *et al.* (2010), em torno de 30% das águas avaliadas em estados do Nordeste que abrange a região semiárida são de baixa qualidade para irrigação, e que mesmo, áreas irrigadas com água de salinidade baixa a média nos perímetros irrigados do Nordeste, apresentam problema de acumulação de sais, em consequência do manejo inadequado da irrigação.

Silva Junior *et al.* (1999) avaliando a qualidade de águas do cristalino da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, concluíram que, em geral, são cloretadas sódicas, com poucas restrições para o uso na irrigação. Moraes *et al.* (1998) observaram que 73,8% de águas da região semiárida são de salinidade média a baixa, entretanto, 60% apresentam perigo de toxidez de sódio ou cloreto.

Medeiros *et al.* (2003) verificaram que águas subterrâneas da chapada do Apodí nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará apresentavam níveis elevados de salinidade, altas concentrações de cloreto, baixa sodicidade e elevada alcalinidade. Da mesma forma, Andrade Junior *et al.* (2006) avaliando água de poços em municípios do Piauí, concluíram que, os situados no embasamento cristalino do município de Simões apresentavam alta salinidade.

No tocante a concentração de principais sais, Medeiros (1992) verificou que nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, de maneira geral, há predominância, principalmente, de $NaCl$, $CaCl_2$ e $MgCl_2$, na proporção de 7:2:1.

Os sais presentes na água de irrigação são incorporados ao solo e, embora, parte seja eliminada por percolação através de lâminas sucessivas de irrigação e chuvas, outra parte fica

acumulada no solo, promovendo reduções no rendimento das culturas, quando superior ao limite de tolerâncias (DIAS; BLANCO, 2010).

Desse modo, deve-se dar ênfase a estudos que busquem alternativas viáveis para o uso de águas salinas na irrigação, na região semiárida do Nordeste brasileiro, especificamente, no cultivo da aceroleira.

3.3 USO DE ÁGUA SALINA NA IRRIGAÇÃO

A expansão de áreas irrigadas para atender a demanda por alimentos da população crescente vem aumentando no mundo. Com isso, surge a necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura, priorizando o uso intensivo de água de boa qualidade para o consumo humano e para outros fins mais restritivos (AYERS; WESTCOT, 1999).

O uso de água salina na irrigação, deve ser considerado como uma fonte alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água. Entretanto, deve-se garantir o seu uso racional através de um manejo cuidadoso (RHOADES *et al.*, 2000), e na aplicação de técnicas que viabilizem o manejo do solo e da água com problemas de sais (CAVALCANTE *et al.*, 2010)

Todavia, o manejo inadequado do uso de água salina na irrigação compromete os sistemas de produção, podendo intensificar a degradação dos solos pelo aumento da salinidade. Os efeitos negativos da salinização são a desestruturação, causando aumento da densidade aparente e diminuição da retenção de água no solo, redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos, diminuição da porosidade e aeração (RHOADES *et al.*, 2000), além de decréscimos na fertilidade físico-química, caracterizado pela perda da fertilidade e a susceptibilidade à erosão (DIAS; BLANCO, 2010).

Neste aspecto, a salinidade do solo é considerada um dos fatores de maior preocupação na agricultura atual, principalmente em áreas irrigadas, devido o uso de água com teores elevados de sais e a elevação do lençol freático decorrente do excesso de rega associado a uma drenagem insuficiente, bem como, ao manejo inadequado de fertilizantes, tidos como principais responsáveis pelo aumento da quantidade de solos degradados por salinidade (EPSTEIN; BLOOM, 2006; WILLADINO; CAMARA, 2010).

Os efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas é um assunto discutido em vários países, principalmente, nos que apresentam regiões áridas e semiáridas (RIBEIRO *et al.*, 2009). No Brasil, a maior importância em relação a esse assunto é dada ao sertão

nordestino abrangido pela região semiárida, local em que a evapotranspiração supera a precipitação e, por consequência, impossibilita a percolação da água através do perfil e, consequentemente, a lixiviação dos sais do solo (FREIRE; FREIRE, 2007).

O excesso de sais, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, provoca a redução generalizada do crescimento das plantas cultivadas provocando sérios prejuízos à atividade agrícola (CAVALCANTE *et al.*, 2010).

Geralmente, as culturas são afetadas em consequência de dois distintos componentes do estresse salino: o componente osmótico - resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo, provocando um déficit hídrico pela redução do potencial osmótico; e componente iônico - decorrente dos elevados teores de Na^+ e Cl^- , e da alterada relação K^+/Na^+ e outros nutrientes; resultando em desequilíbrio nutricional, que se caracteriza como outro efeito de grande importância para o manejo de fertilizantes em áreas afetadas pela salinidade (WILLADINO; CAMARA, 2010).

3.3.1 Efeito osmótico

Esse efeito é provocado pelas elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, que afeta as relações hídricas, reduzindo a absorção de água pela planta, além do movimento de nutrientes através das membranas das raízes para o interior da célula (RIOS, 2004; ALVES *et al.*, 2011).

Esse fenômeno ocorre devido o excesso de sais na solução do solo diminuir a energia livre da água em relação às células das raízes, reduzindo sua absorção pelas plantas, devido a diferença de potencial osmótico. As plantas apresentam uma membrana semipermeável que permite a passagem de água de um local mais concentrado para outro de menor concentração (osmose), mas evita a passagem de sais. Quanto mais salina a água mais osmoticamente difícil é sua extração da solução do solo pelas plantas (BARROS, 2002).

De modo geral, pode-se dizer que, devido à relação dos sais com a água, as plantas têm que exercer maior força de sucção para extrair do solo uma unidade de água com sais do que sem sais, requerendo, desta forma, energia adicional para absorver água de uma solução em solo salino (AYERS; WESTCOT, 1999).

A diminuição do potencial osmótico foi identificado como o primeiro fator de redução do crescimento das plantas sob salinidade e, o efeito específico dos íons, como o segundo (MUNNS, 1993). Para este autor, na manifestação do efeito osmótico, o crescimento da planta

é afetado pelos sais que estão no exterior da mesma e é regulado por sinalização proveniente da raiz, sobretudo pelo ácido abscísico (ABA).

O componente osmótico do estresse salino, ou seja, a menor disponibilidade de água para a planta, não confere diretamente danos à membrana plasmática (MANSOUR, 1995). Contudo, esse efeito diminui as taxas de alongação e divisão celular em consequência da redução do processo de extensibilidade da parede celular, que está em função do balanço osmótico; desta forma, este componente é essencial para o crescimento dos vegetais em meio salino e qualquer falha neste balanço resultará em injúrias semelhantes às da seca, como a perda de turgescência e a redução no crescimento, resultando em plantas atrofiadas, por causar aumento no dispêndio de energia para absorver água do solo e realizar os ajustes bioquímicos necessários para sobreviver em condições de estresse (ASHRAF; HARRIS, 2004).

Vale salientar que nem todas as culturas são igualmente afetadas pelo nível de salinidade, pois algumas são mais tolerantes que outras e podem extrair água com mais facilidade, superando, em parte, as consequências negativas do efeito osmótico (DIAS; BLANCO, 2010). Isso só é possível, nestas plantas, devido o ajuste osmótico na célula vegetal para assegurar a manutenção do turgor e a entrada de água para o crescimento celular (TESTER; DAVENPORT, 2003), caracterizado como um dos mecanismo de tolerância das culturas à salinidade.

3.3.2 Efeito tóxico e desbalanço nutricional

O efeito tóxico ocorre quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos, resultando em desbalanceamento e danos ao citoplasma, cujos sintomas se manifestam visualmente na bordadura e no ápice das folhas, local onde a planta mais transpira, devido haver nessas regiões acúmulo do sal translocado do solo para a planta, causando intensa toxidez (DIAS; BLANCO, 2010).

Também conhecido como o efeito específico dos íons, o efeito tóxico dos sais foi identificado como o segundo fator de redução de crescimento das plantas (MUNNS, 2003), causando injúria em função da elevada quantidade de sal absorvida, a qual ultrapassa a capacidade da planta de compartimentalizá-lo no vacúolo, e conseqüentemente, elevando a

concentração no citoplasma e inibindo a atividade de enzimas de várias rotas metabólicas (PRISCO; GOMES FILHO, 2010).

Normalmente, a toxidez é provocada pelos íons Cl^- , Na^+ e B^+ , sendo a toxidade mais frequente provocada pelo cloreto, seguida do sódio e do boro, contudo, em solos salinos a toxidez provocada pelos íons sódio e cloreto são mais evidentes (AYERS; WESTCOT, 1999). Nestas condições, o sintoma do cloreto é evidenciado pela queimadura do ápice das folhas, atingindo as bordas em estágios mais avançados, promovendo queda prematura; enquanto os sintomas típicos do sódio aparecem em forma de queimaduras ou necrose ao longo das bordas nas folhas mais velhas, progredindo na área interneval até o centro da folha, a medida que se intensifica (DIAS; BLANCO, 2010).

Apse; Blumwald (2007) ressaltam que nas plantas a toxicidade iônica pode ser evidenciada por alterações nas razões K^+/Na^+ , $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ e $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$ dos tecidos, provocando desde reduções no desenvolvimento até morte das plantas.

De acordo com Tester; Davenport (2003), os distúrbios metabólicos gerados pelo acúmulo de Na^+ na célula são, em parte, resultantes da competição com o K^+ pelos sítios ativos das enzimas e ribossomos. O K^+ é ativador de mais de 50 enzimas do metabolismo vegetal e não pode ser substituído pelo Na^+ nesta função, de modo que uma alta concentração de Na^+ ou uma alta relação Na^+/K^+ acarretará na interrupção de vários processos metabólicos essenciais; haja vista que não existem evidências de adaptação de enzimas a elevadas concentrações de sal (WILLADINO; CAMARA, 2010). Além disso, altas concentrações do íon Na^+ em contato com as membranas das células causa a despolarização, podendo conduzir à interrupção dos mecanismos de absorção iônica e seletividade (GREENWAY; MUNNS, 1980).

As elevadas concentrações de íons específicos, sobretudo Na^+ e Cl^- , podem provocar desequilíbrio nutricional nas plantas, sendo frequente a deficiência de íons como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e nitrato (TAIZ; ZEIGER, 2013). Quando a concentração de Na^+ eleva-se no citosol ocorrem alterações na absorção e no metabolismo do Ca^{+2} , o qual é substituído em membranas e paredes celulares, afetando a permeabilidade e elasticidades das mesmas, respectivamente, (WILLADINO; CAMARA, 2010).

A concentração elevada de Cl^- no meio de crescimento, por sua vez, pode interferir na absorção de NO_3^- e na osmorregulação (WHITE; BROADLEY, 2001). Além disso, o aumento da concentração de Na^+ nos tecidos foliares pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de K^+ , como a abertura estomática, a fotossíntese, a respiração e a

síntese de proteínas, em virtude da similaridade físico-química entre esses íons (APSE; BLUMWALD, 2007).

3.4 TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE

Consiste na capacidade que a planta tem de suportar os efeitos do excesso de sais na zona radicular, assim, atingindo seu desenvolvimento e completando seu ciclo de vida (DIAS; BLANCO, 2010). O limite de tolerância depende da concentração do sal em solução, do tempo de exposição, do estágio de desenvolvimento das plantas e da variabilidade genética (AYERS; WESTCOT, 1999).

A tolerância das culturas é convenientemente expressa em termos da salinidade média da zona radicular, que é o nível de salinidade máximo em que a produção não é reduzida, denominada salinidade limiar (SL), normalmente expressão em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes), sendo que neste nível de salinidade o rendimento das culturas é 100% (AYERS; WESTCOT, 1999).

Para classificação da tolerância relativa das plantas à salinidade, adotam-se os níveis de salinidade limiar estabelecidos por Maas (1984), onde as culturas podem ser classificadas da seguinte forma: sensíveis (Salinidade Limiar $< 1,3 \text{ dS m}^{-1}$); moderadamente sensíveis ($1,3 < \text{Salinidade Limiar} < 3,0 \text{ dS m}^{-1}$); moderadamente tolerantes ($3,0 < \text{Salinidade Limiar} < 6,0 \text{ dS m}^{-1}$); tolerantes ($6,0 < \text{Salinidade Limiar} < 10,0 \text{ dS m}^{-1}$); não adequados para a maioria das culturas (Salinidade Limiar $> 10 \text{ dS m}^{-1}$).

Deve-se levar em consideração que a tolerância varia entre espécies e entre genótipos de uma mesma espécie, visto que algumas produzem rendimentos aceitáveis em níveis relativamente altos de salinidade, enquanto outras são mais sensíveis, visto que esta diferença está relacionada à melhor capacidade de adaptação de algumas espécies às condições de estresse, em função da manifestação de mecanismos de tolerância (AYERS; WESTCOT, 1999).

Esses processos adaptativos envolvem absorção, transporte e distribuição de íons em vários órgãos da planta, bem como, a capacidade de acumular íons no vacúolo e solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, lhe permitindo um ajustamento osmótico a esse tipo de condição (FARIAS *et al.*, 2009).

Assim, ressalta-se que essa variabilidade genética entre as plantas pode se tornar muito útil, por permitir a seleção de espécies e cultivares mais tolerantes e capazes de produzir

rendimentos economicamente aceitáveis, em condições de salinidade (MEDEIROS et al., 2008), gerando novas expectativas para utilização de água salinas na irrigação, quando se faz o manejo adequado da irrigação e da adubação.

3.4.1 Mecanismos de tolerância

Elevadas concentrações de sal na solução reduzem o potencial osmótico da água do solo, assim, para que a absorção de água torne-se viável, é fundamental a planta baixar seu potencial hídrico a um patamar inferior ao do solo. Tal processo é conhecido como ajuste osmótico, considerado um dos principais mecanismos de tolerância das plantas à salinidade. O fenômeno é realizado mediante a elevação da concentração de solutos orgânicos e inorgânicos, no interior da planta, os quais favorecem a manutenção do turgor e o volume celular, garantindo o crescimento vegetal (WILLADINO; CAMARA, 2010).

O acúmulo de K^+ e de solutos orgânicos no citoplasma para realização do ajuste osmótico, ocorrem tanto em glicófitas, como em halófitas (MUNNS, 2005). É um processo que contribui para manutenção dos processos fisiológicos, tais como abertura estomática, fotossíntese e expansão celular (SERRAJ; SINCLAIR, 2002). Todavia, o ajuste através de acúmulo de solutos orgânicos torna-se dispendioso em energia, devido este processo desviar substratos energéticos de outras vias metabólicas para o crescimento das plantas, como síntese de proteínas e parede celular (MUNNS, 2005).

A nível celular, deve ser evitado o acúmulo de sal no citosol, onde se encontra o aparato metabólico sensível, para assim evitar a inibição de um grande número de enzimas, tanto em glicófitas como em halófitas (MUNNS, 1993). Neste sentido, o controle na absorção, translocação e exclusão de sais, caracteriza-se como outro principal mecanismo de tolerância das plantas à salinidade (WILLADINO; CAMARA, 2010).

De acordo com Munns *et al.* (2002), a habilidade da planta no controle do transporte de sal depende de cinco pontos específicos: Seletividade no processo de absorção pelas células das raízes; carregamento do xilema preferencialmente com K^+ , mais do que com Na^+ ; remoção do sal do xilema na parte superior das raízes, caule, pecíolo ou bainhas foliares; retranslocação de Na^+ e Cl^- no floema, garantindo a ausência de translocação para tecidos da parte aérea em processo de crescimento e; excreção de sais através de glândulas ou pelos vesiculares. Segundo estes autores, nas glicófitas, predominam apenas os três primeiros mecanismos que ocorrem em diferentes graus, em função da espécie e/ou cultivar.

Além desses mecanismos, ainda se pode destacar as alterações morfológicas e anatômicas para adaptação das plantas à salinidade, tais como a redução do número de folhas e da área foliar, diminuindo, assim, sua superfície transpirante, mantendo maior eficiência do uso da água sob condições de efeito osmótico (SIQUEIRA *et al.*, 2005), e suberização das células endodérmicas radiculares e formação das estrias de Caspary, como forma de reduzir o transporte de Na^+ pela via apoplástica (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Outro mecanismo chave que contribui para expressar a maior tolerância das plantas à salinidade é a habilidade de genótipos de plantas ao manter altos teores de K, Ca e NO_3 e baixos níveis de Na e Cl dentro do tecido (DIAS; BLANCO, 2010). Com isso, mantendo altas relações de K/Na, Ca/Na e NO_3/Cl nos tecidos, principalmente nas folhas, diminuindo o efeito tóxico dos íons específicos e o desbalanço nutricional (KAFKAFI, 1987). Neste sentido, Andrade Junior *et al.* (2011) ressaltam que o manejo de fertilizantes para elevar estas relações e promover o equilíbrio nutricional nas plantas sob estresse salino, constitui um dos mecanismos alternativos para mitigação dos efeitos da salinidade nas plantas, assim, elevando a tolerância nas plantas mais sensíveis.

3.5 NITROGÊNIO E POTÁSSIO COMO MITIGADORES DO ESTRESSE SALINO

O nitrogênio é um dos nutrientes que possuem um papel fundamental no desenvolvimento das plantas, e seu uso pela adubação nitrogenada, além de promover o crescimento e incrementar ganhos de produtividade (TAIZ; ZAIGER, 2013), pode também reduzir os efeitos da salinidade nas espécies vegetais (FLORES *et al.*, 2001). A explicação pode estar relacionada às funções deste elemento nas plantas, uma vez que, desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, clorofila, ácidos nucleicos (TAIZ; ZAIGER, 2013), e outras importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH e inúmeras enzimas (HARPER, 1994). Estes compostos orgânicos podem elevar a capacidade de ajustamento das plantas à salinidade, impondo maior resistência ao estresse salino (MUNNS, 2005).

Existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta em condições de salinidade, resultando na diminuição do efeito tóxico de Cl^- e elevar a concentração de nitrogênio nas plantas (AMOR *et al.*, 2000).

O potássio é absorvido pelas raízes na forma de K^+ , sendo esse processo essencialmente ativo. Ele desempenha várias funções na planta, como controle da turgidez do tecido, ativação de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, abertura e fechamento dos estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, resistência à seca e à salinidade (FAQUIN, 2005; MARSCHNER, 2011).

Em determinadas condições salinas, maiores concentrações de K^+ em relação ao Na^+ podem reduzir o efeito negativo do acúmulo de sódio, que quando em concentrações elevadas nos tecidos foliares pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de K, como ativação enzimática, regulação osmótica, abertura estomática, fotossíntese, respiração e síntese de proteínas (APSE; BLUMWALD, 2007).

Schachtman; Schroeder (1994) observaram a existência de um mecanismo comum de absorção de K^+ e Na^+ em plantas superiores, o qual seria regulado pelas concentrações desses nutrientes no substrato; então, níveis elevados de K^+ poderiam modular a absorção e o transporte de Na^+ e limitar os danos atribuídos a este íon tóxico (BLANCO *et al.*, 2008).

Neste sentido, pode-se afirmar que para ocorrência de redução no desbalanço nutricional nas plantas em virtude da competição entre os sais e os nutrientes no processo de absorção, a aplicação de determinadas doses de fertilizantes pode ser uma técnica utilizada para compensar a menor absorção de nutrientes em condições salinas e, assim, aumentar a tolerância das culturas à salinidade (CUARTERO; MUÑOZ, 1999).

Apesar da escassez de trabalhos investigando o efeito da combinação de adubação nitrogenada e potássica, sob a cultura da aceroleira irrigada com água salina, Sá *et al.* (2017) observaram que aumentos de 40% de N em relação à dose recomendada para aceroleira, usando ureia como fonte de N, mitigam os efeitos negativos da salinidade da água de irrigação até a CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ sobre as trocas gasosas e a fluorescência inicial da clorofila *a* sobre cv. BRS 336-Jaburu, aos 75 dias após o transplante.

Em outras culturas, também são evidenciados os efeitos semelhantes. Blanco *et al.* (2008), estudando doses crescentes de N no tomateiro híbrido Facundo, irrigado com água de condutividade elétrica de $9,5 \text{ dS m}^{-1}$, notaram redução no teor de Cl/N nas plantas com as doses de N, sugerindo que o aumento na adubação nitrogenada pode ser benéfico para o tomateiro sob condições de salinidade moderada.

Silva *et al.* (2015) observaram em mudas de goiabeira cv. Paluma que a adubação nitrogenada mitigou o efeito da salinidade da água de irrigação até a CEa de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ sobre o diâmetro de caule das plantas.

Andrade Júnior *et al.* (2011) verificaram que o fornecimento de N na forma de nitrato de potássio foi eficiente na redução do efeito prejudicial da salinidade da água de irrigação ($5,0 \text{ dS m}^{-1}$) no melão ‘Hales Best Jumbo’ aos 62 dias após o semeio, verificando efeito quadrático na produção de frutos, com melhor desempenho na dose de $6,25 \text{ g de N planta}^{-1}$.

No tocante à adubação potássica, Gurgel *et al.* (2010a e 2010b) observaram no meloeiro cv. Goldex aos 63 dias após a semeadura que doses crescentes de K_2O , utilizando como fonte o cloreto de potássio, mitigaram (doses de 328 e 438 kg de $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$) os efeitos prejudiciais da salinidade da água de irrigação de $2,41 \text{ dS m}^{-1}$ no cultivo da espécie, devido promover o acúmulo de K nas plantas e favorecer acúmulo de fitomassa nas plantas e nos frutos; e contribui para diminuição da perda de peso dos frutos da cultivar durante o armazenamento, quando as plantas são irrigadas com água de $0,52 \text{ dS m}^{-1}$ (GURGEL *et al.*, 2010c).

Outrossim, foi observado em mudas de romãzeira (Silva *et al.*, 2016) que doses de K de $0,03 \text{ g por planta}$, aplicadas na forma de nitrato de potássio, favoreceram o crescimento da altura de plantas e número de folhas em plantas aos 45 dias após a semeadura, quando irrigadas com salinidade da água de até $4,3 \text{ dS m}^{-1}$.

Para Prazeres *et al.* (2015), a existência de interações entre salinidade e potássio é um indicativo de que a dose ótima desse nutriente para mitigação do estresse salino depende da salinidade na zona radicular das plantas e da fonte utilizada na adubação.

Neste sentido, esses resultados evidenciam que a combinação de doses adequadas de N e K podem mitigar os efeitos negativos da salinidade sobre a fisiologia e crescimento da cultura da aceroleira, contribuindo para o estabelecimento da cultura e viabilizando o cultivo da espécie em regiões que utilizam água de baixa qualidade para irrigação, como no caso de áreas irrigadas no semiárido Nordeste.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO

A pesquisa foi desenvolvida em campo entre 19 de abril e 09 de novembro de 2017, em área experimental pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB, cujas coordenadas geográficas locais de referência são 6°48'16" S, 37°49'15" O e altitude média de 144 m. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, semiárido quente (COELHO; SONCIN, 1982), temperatura média anual de 27 °C, precipitação pluviométrica em torno de 950 mm ano⁻¹ e evaporação total anual de 2200 mm (INMET, 2018).

Durante a condução da pesquisa, os dados de precipitação foram coletados em pluviômetro convencional instalado no local do experimento e, temperatura e umidade relativa obtidos da estação meteorológica automatizada de São Gonçalo, Sousa – PB (Figura 1), através do INMET (2018).

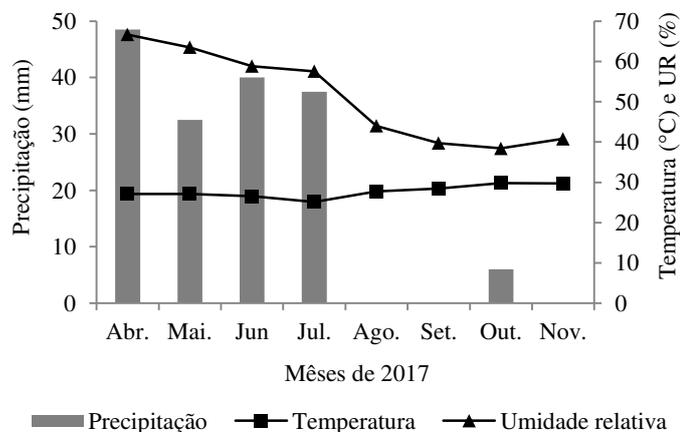


Figura 1. Dados de precipitação no CCTA/UFCG, município de Pombal - PB e, de temperatura e umidade Relativa – UR do município de Sousa – PB, na mesorregião do Sertão Paraibano, no período de 19 de abril a 09 de novembro de 2017.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi implantado em delineamento de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, referentes a cinco salinidades da água de irrigação ajustadas para condutividades elétricas (CEa) de 0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹ em interação com quatro combinações (NK) de doses de nitrogênio (N) e potássio (K₂O): NK1 = 70% N + 50% K₂O; NK2 = 100% N + 75% K₂O; NK3 = 130% N + 100% K₂O e NK4 = 160% N + 125% K₂O, determinadas com base na dose recomendada para cultivo de aceroleira irrigada na fase de crescimento, de acordo com a análise do solo (CAVALCANTI, 2008). Foram utilizadas três repetições e cada parcela experimental composta de um lisímetro de 60 L, contendo uma planta, totalizando 60 lisímetros no experimento, distribuídos com espaçamento de 1,8 x 2,0 m, ocupando uma área de 216 m².

A recomendação da adubação da aceroleira foi de 100 g de N e 80 g de K₂O, equivalentes às doses de 100% de nitrogênio e potássio, respectivamente. Todavia, como as doses foram parcelas em 24 aplicações em intervalo de 15 dias para fase vegetativa da cultura durante o primeiro ano de cultivo (360 dias), foi feita até período de avaliação do experimento, ou seja, aos 200 dias após o transplante (DAT), 12 aplicações em partes iguais das doses de nitrogênio e potássio, totalizando a aplicação de 50 g de N e 40 g de K₂O, ambas equivalentes às doses de 100% de nitrogênio e potássio, respectivamente, aplicados nesta época. Utilizou-se a ureia (45% de N) e cloreto de potássio (60% K₂O) como fonte de nitrogênio e potássio, respectivamente (CAVALCANTI, 2008).

Os níveis salinos foram selecionados conforme Gurgel *et al.* (2003a) que classificaram a cultura da aceroleira como sensível à salinidade da água de irrigação, sofrendo declínio na sua produção relativa na condutividade elétrica da água (CEa) a partir de 1,16 dS m⁻¹.

As águas salinas foram preparadas pela adição de diferentes quantidades de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de água, disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mmol_c L⁻¹ = CE x 10) (RHOADES *et al.*, 1992).

4.3 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Inicialmente, o solo foi posto em capacidade de campo e as plantas irrigadas com água de abastecimento até 40 dias após o transplântio (DAT). A aplicação das águas salinas teve início aos 41 DAT, quando as mudas já estavam aclimatadas às condições de campo. A partir deste período, a irrigação foi feita diariamente de forma manual, com a água do respectivo tratamento e baseado no princípio da lisimetria de drenagem (BERNARDO *et al.*, 2006). O volume a ser aplicado em cada irrigação foi determinado pela diferença entre volume aplicado e volume drenado no dia seguinte, onde o valor desta diferença equivalente ao volume de água retido no solo disponível para planta. Foi acrescida fração de lixiviação de 15% a cada 15 dias de modo a minimizar as perdas excessivas de nitrogênio e potássio caso a lixiviação fosse realizada diariamente. O volume de lixiviação foi determinado com base no volume de água aplicado neste período, e teve como propósito diminuir o acúmulo de sais na zona radicular das plantas e, foi realizado mensalmente análise de pH e condutividade elétrica da água drenada proveniente da fração de lixiviação.

A aplicação das doses combinadas de N e K teve início aos 20 DAT, feitas simultaneamente em cobertura pelo método convencional, em círculo, a um raio de 20 cm em relação à base da planta (Figura 2C).

4.4 AQUISIÇÃO E PLANTIO DAS MUDAS

As mudas foram provenientes de viveiro comercial credenciado no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM), localizado no Distrito de São Gonçalo, Sousa - PB. Foram utilizadas mudas de aceroleira enxertadas pelo tipo fenda cheia, usando porta-enxerto da variedade Junco e enxerto da cultivar Flor Branca, cultivadas em sacolas de polietileno com dimensões 10 x 20 cm e capacidade volumétrica de 0,5 L. O plantio nos lisímetros foi realizado quando as mudas atingiram 120 dias após a enxertia (DAE) e apresentando de 30 a 40 cm de altura (BARBOZA *et al.*, 1996). Estas cultivares são adaptadas às condições edafoclimáticas do Semiárido do Nordeste do Brasil, estando entre as principais plantadas em perímetros irrigados do São Francisco, caracterizadas por iniciar a produção aos 5 meses após o transplântio sob irrigação e, apresentar um alto nível de produtividade (até 100 kg/planta/ano), produção de frutos com película de coloração vermelha, peso de frutos entre 3 g e 5 g e teor de vitamina C acima de 1.000 mg/100 g de polpa (CALGARO; BRAGA, 2012).

As mudas foram plantadas em lisímetros (vasos de polietileno) com capacidade volumétrica de 60 L, que receberam na base um sistema de drenagem, composto por um

dreno com diâmetro de 1/2" (12,7 mm) inserido na extremidade da base do lisímetro, seguido de uma camada de 3,0 cm de brita nº 1 e 2,0 cm de areia lavada. Acima da areia, o lisímetro foi preenchido com 56 L de solo coletado na camada de 0-20 cm no Lote 14, setor I, do perímetro irrigado das Várzeas de Sousa-PB, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram determinadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CCTA/UFCG.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

Classificação textural		Complexo sortivo									
	Da	Pt	M.O	N	P assimilável	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺	Al ³⁺
	(g/cm ³)	-----	(%)	-----	(mg/dm ³)	----- (cmol _c /dm ³ de solo) -----					
Franco arenoso	1,44	47,63	0,41	0,02	41,00	3,50	1,70	0,14	0,30	0,00	0,00
Extrato de saturação											
pHes	CEes	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Saturação do solo	
	dS m ⁻¹	----- (mmol _c /dm ³) -----								%	
7,11	1,28	1,39	3,23	0,38	5,78	9,00	Ausente	0,00	1,40	20,80	
RAS		PST		Salinidade				Classe de solo			
3,80		2,48		Não salino				Normal			

Da = Densidade aparente; Pt = Porosidade total; M.O = Matéria orgânica; pHes = pH do extrato de saturação, CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação a 25 °C; RAS: Razão de adsorção de sódio; PST = Percentagem de sódio trocável; P, K⁺ e Na⁺ extraído com extrator Mehlich-1; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraído com extrator KCl 1,0 M a pH; M.O: digestão Úmida Walkley-Black.

A adubação fosfatada (Figura 2A) foi feita utilizando 111,11 g de superfosfato simples (18% P₂O₅), numa única aplicação, misturando-se o fertilizante ao solo de cada lisímetro. A dose de fósforo aplicada por planta foi de 20 g de P₂O₅ determinada de acordo com disponibilidade de fósforo no solo, após a análise química, obedecendo a recomendação de adubação para plantio e crescimento da aceroleira irrigada cv. Flor Branca (CAVALCANTI, 2008).

A.

B.

C.



Figura 2. Adubação fosfatado ao solo de plantio de um lisímetro (A), plantio das mudas de aceroleira no lisímetro de 60 L (B) e plantas conduzidas sob hastes de madeira, cultivadas em solo com cobertura morta, recebendo adubação nitrogenada e potássica em cobertura (C).

Após o plantio das mudas, foi aplicada uma camada de 4,0 cm de cobertura morta (Figuras 2B e 2C), de origem vegetal, composta de uma camada de restos de gramíneas, de modo a minimizar as perdas de águas por evapotranspiração. Também foram utilizadas hastes de madeira que serviram como tutores com 80 cm de altura para sustentação das plantas, de modo a permitir o crescimento ereto e evitar o tombamento (Figura 2C).

4.5 PODAS

As plantas foram conduzidas em haste única (Figura 3A), e sua gema apical podada com 50 cm de altura, aos 70 dias após o transplantio, sendo, com isto estimulada as brotações das gemas laterais. Dos ramos laterais que surgiram, foram deixados três ramos em diferentes alturas, distribuídos radialmente nos 20 cm terminais da haste principal, denominados de ramos primários (Figuras 3B e 3C). Durante o processo foram eliminados brotações, ramos ladrões e mal localizados, especialmente os que se direcionarem para o solo.

A.

B.

C.



Figura 3. Plantas do experimento podadas para emissão de ramos secundários aos 60 DAT (A); ramos primários brotados e conduzidos radialmente sobre o caule das plantas aos 130 DAT (B) e vista do experimento aos 200 DAT (C).

4.6 VARIÁVEIS ANALISADAS

4.6.1 Crescimento

O crescimento das plantas de aceroleira foi avaliado aos 200 DAT, através do diâmetro do caule abaixo da enxertia (DCab), no ponto da enxertia (DCpo), acima da enxertia (DCac), diâmetro (DRpr) e comprimento de ramo primário (CRpr), número de ramos por planta (NRpl) e número de folhas por planta (NF) (Figuras 4A, 4B e 4C).

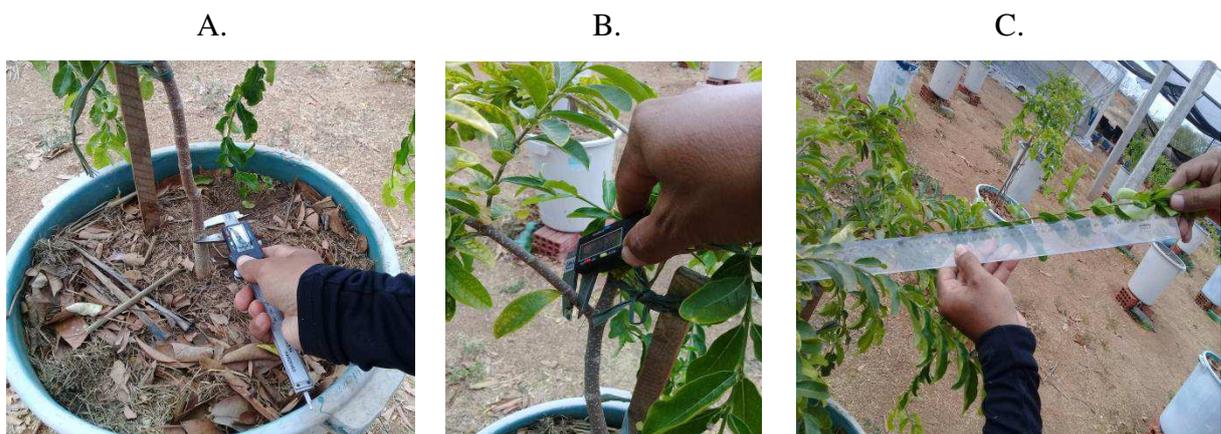


Figura 4. Medição do diâmetro de caule no ponto da enxertia (A), diâmetro (B) e comprimento de ramos secundários (C) de plantas de aceroleira aos 200 DAT.

O DCab foi medido a 2,0 cm a partir da superfície do solo. O DCpo foi determinado no ponto de ligação entre porta-enxerto/enxerto e o DCac a 4,0 cm acima do ponto da enxertia. O DRpr foi medido a 2,0 cm do ponto de ligação do ramo com o caule da planta. O CRpr foi medido da base do ramo até o ponto de emissão da gema apical. Os valores de DRpr

e CRpr foi obtido pela média de três ramos primários que cada planta possuía. O NRpl foi feito por contagem de ramos na planta, que apresentavam tamanho a partir de 4,0 cm de comprimento, e o NF determinado por contagem, considerando as que estiverem com limbo foliar totalmente aberto.

4.6.2 Fisiológicas

As variáveis fisiológicas foram realizadas no mesmo período de avaliação do crescimento das plantas, ou seja, aos 200 DAT, mediante as trocas gasosas e a eficiência fotoquímica.

As trocas gasosas foram analisadas em folha madura na região mediana da copa da planta (Figura 5A). Determinou-se: concentração intracelular de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (Gs), taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência intrínseca de carboxilação (EiCi) e eficiência intrínseca de uso da água (EiUA). As quatro primeiras variáveis foram medidas utilizando analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro + Portable Photosynthesis System® (ADC BioScientific Limited, UK), operando com temperatura ajustada a 25 °C, irradiação de 1800 μmol fótons m⁻² s⁻¹ e fluxo de ar de 200 ml min⁻¹, e concentração de CO₂ atmosférico. Com esses dados, quantificou-se a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) - (A/Ci) e a eficiência intrínseca no uso da água (EiUA) - (A/E) (KONRAD *et al.*, 2005).

A eficiência fotoquímica também foi medida em folha madura na região mediana da copa (Figura 5B), através dos parâmetros de fluorescência da clorofila *a*, incluindo: fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) e produção quântica do fotossistema II (Fo/Fm). Determinaram-se as quatro primeiras variáveis utilizando o equipamento PEA – Hansatech, com a colocação de pinças foliares na terceira folha totalmente expandida, do ápice para base da planta, onde permaneceu por 30 minutos de adaptação ao escuro, e em seguida, realizou-se a leitura. A produção quântica basal do fotossistema II (Fo/Fm) foi estabelecido pela relação entre Fo e Fm (ROHÁČEK, 2002).

A.

B.



Figura 5. Avaliação fisiológica de trocas gasosas com utilização do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA) (A), e de fluorescência da clorofila *a*, utilizando o fluorômetro PEA – Hansatech (B).

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As médias das variáveis foram submetidas à análise de variância, com Teste F (1 e 5% de probabilidade), sendo os dados do fator quantitativo (níveis de salinidade), analisados por estudos de regressão, e as médias do fator qualitativo (combinação de adubação nitrogenada e potássica) comparadas pelo teste de Tukey (1 e 5% de probabilidade), utilizando do software estatístico SISVAR/UFLA (FERREIRA, 2011). Diante da heterogeneidade dos dados percebidos através dos valores de coeficiente de variação para algumas variáveis de crescimento e trocas gasosas, foi necessário realizar análise exploratória dos mesmos em $\sqrt{\bar{x}}$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se no resumo da análise de variância (Tabela 2), que houve efeito significativo isolado das salinidades da água de irrigação ($p < 0,01$ e $0,05$) sobre o diâmetro do caule abaixo enxertia e diâmetro médio dos ramos primários nas plantas de aceroleira aos 200 dias após o transplântio. Em relação ao fator combinações de adubações NK, observa-se efeito significativo isolado para diâmetro do caule abaixo, no ponto e acima da enxertia, diâmetro e comprimento médio de ramos primários; enquanto o número de ramos por planta e número de folhas não foram afetados pelos fatores estudados. Verifica-se que ocorreu interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores salinidades da água x adubações NK sobre comprimento de ramos, todavia, não houve ajuste dos dados à modelos de equações de regressão linear e quadrática no desdobramento entre os fatores e os coeficientes de determinação R^2 foram inferiores a 0,31, impossibilitando a explicação das médias estimadas da variável.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para diâmetro do caule abaixo da enxertia (DCab), no ponto da enxertia (DCpo), acima da enxertia (DCac), diâmetro (DMRpr) e comprimento médio do ramo primário (CMRpr), número de ramos por planta (NRpl) e número de folhas (NF) em plantas de aceroleira irrigada com águas salinizadas, sob combinações de adubação nitrogenada e potássica, aos 200 dias após o transplântio - DAT.

Fonte de variação	Quadrados médios							
	GL	DCab	DCpo	DCac	DMRpr	CMRpr	NRpl ¹	NF ¹
Salinidades (S)	4	10,40**	3,352 ^{ns}	2,786 ^{ns}	1,439*	266,38 ^{ns}	4,408 ^{ns}	38,194 ^{ns}
Reg. Linear	1	39,58**	8,164*	9,548*	3,895*	671,70*	8,382 ^{ns}	24,068 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	0,53 ^{ns}	0,747 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,226 ^{ns}	47,05 ^{ns}	7,814 ^{ns}	23,311 ^{ns}
Adubações NK (NK)	3	13,67*	12,298**	9,710**	4,232**	574,90**	1,923 ^{ns}	18,544 ^{ns}
Interação S*NK	12	1,47 ^{ns}	1,922 ^{ns}	2,350 ^{ns}	0,776 ^{ns}	307,89*	3,558 ^{ns}	27,876 ^{ns}
Bloco	2	0,14 ^{ns}	1,136 ^{ns}	1,339 ^{ns}	0,299 ^{ns}	25,51 ^{ns}	1,767 ^{ns}	254,57**
Resíduo	38	2,82	2,307	1,732	0,593	133,80	2,117	27,43
CV (%)	-	14,52	13,98	13,59	12,12	14,23	16,30	19,45

ns, **, respectivamente não significativos e significativo a $p < 0,01$; ¹ análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} ; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Vê-se (Tabela 2) que a maioria das variáveis de crescimento não foi afetada de maneira significativa ($p > 0,05$) pelo aumento da salinidade na água de irrigação. Tal fenômeno pode estar relacionado a algum mecanismo de tolerância adotado pela cultura para minimizar os efeitos negativos da salinidade sobre a parte aérea das plantas. De acordo com Munns et al. (2002) a tolerância em glicófitas depende de três mecanismos que agem no controle de transporte de sais, incluindo: seletividade no processo de absorção pelas células das raízes, carregamento do xilema com K^+ em detrimento do Na^+ e, minimização da translocação dos íons Na^+ e Cl^- para a parte aérea em crescimento. Também, pode estar relacionada à síntese e acúmulo de solutos orgânicos no citoplasma, que promove o ajuste osmótico, favorecendo a manutenção da pressão de turgor e o volume celular sob condições de estresse salino, garantindo o crescimento vegetal (WILLADINO; CAMARA, 2010).

Na cultura do cajueiro, foi observado que a maior capacidade para aclimação ao estresse salino do genótipo BRS 226 estar relacionada à habilidade de exclusão de Na^+ e Cl^- das folhas e das partes basais, mecanismo associado tanto à seletividade da absorção radicular quanto a restrição da transferência destes íons para a parte aérea (FERREIRA-SILVA et al., 2009). Todavia, isto precisa ser melhor investigado na cultura da aceroleira; haja visto que estes mecanismos podem variar com o tempo de exposição à salinidade e em diferentes graus, em função da espécie e/ou cultivar (MUNNS et al., 2002).

O diâmetro de caule abaixo da enxertia e o diâmetro de ramos primários das plantas de aceroleira (Figuras 6A e 6B) foram afetados negativamente pelo aumento da salinidade na água de irrigação, havendo ajustes dos dados à modelos lineares decrescentes, com reduções de 0,567 (4,46%) e 0,179 mm (2,66%), respectivamente, por aumento unitário na CEa, correspondendo a diminuições de 2,268 (17,84%) e 0,716 mm (10,64%) sobre estas variáveis nas plantas irrigadas no maior nível de salinidade da água (4,3 dS m⁻¹), comparadas às que receberam CEa de 0,3 dS m⁻¹. O DCab da enxertia pertence ao mesmo material vegetal das raízes, que estão expostas diretamente à salinidade na solução do solo. Nestas condições, podem prevalecer os efeitos osmóticos dos sais e o acúmulo dos íons tóxicos Na⁺ e Cl⁻ sobre o caule situado abaixo da enxertia, provocando diminuições de seu crescimento (MUNNS, 2005; WILLADINO; CAMARA, 2010).

Em relação ao DRpr (Figura 6B), ressalta-se que seu crescimento tenham sido afetado pela salinidade, principalmente, devido o tecido destes ramos serem jovens, ou seja, foram formados após a poda da haste principal realizada aos 70 dias após transplântio, e as células do meristema secundário, tecido responsável pelo crescimento das plantas em diâmetro tenham se tornado mais suscetível aos efeitos negativo da salinidade (TAIZ; ZEIGER, 2013). De maneira geral, o aumento na salinidade da água de irrigação promove o acúmulo de sais no solo, elevando as forças de retenção e diminuição da absorção de água pela planta, assim, inibem a pressão de turgência nas células, afetando os processos de divisão e alongação celular, principalmente nos tecidos meristemáticos, resultando em diminuição do crescimento das plantas (NAVARRO *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2011).

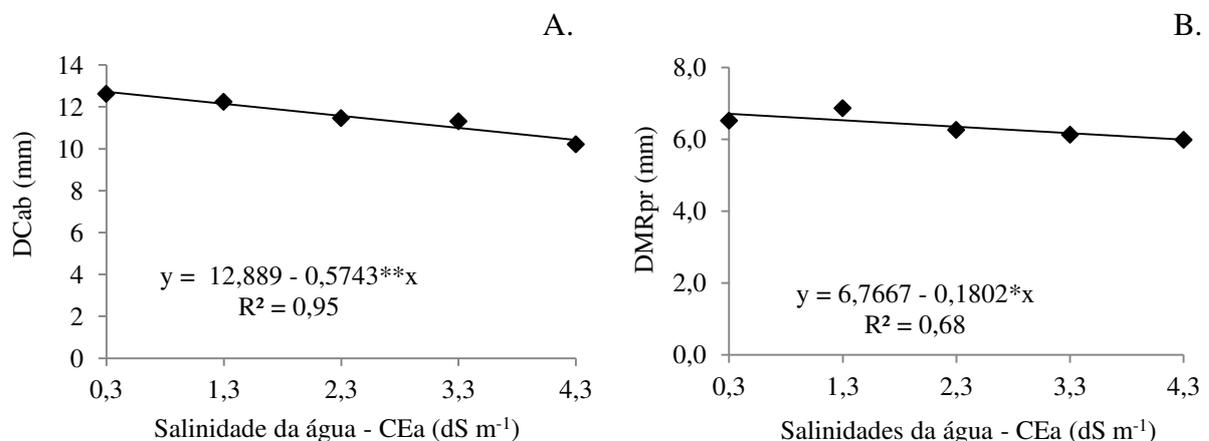
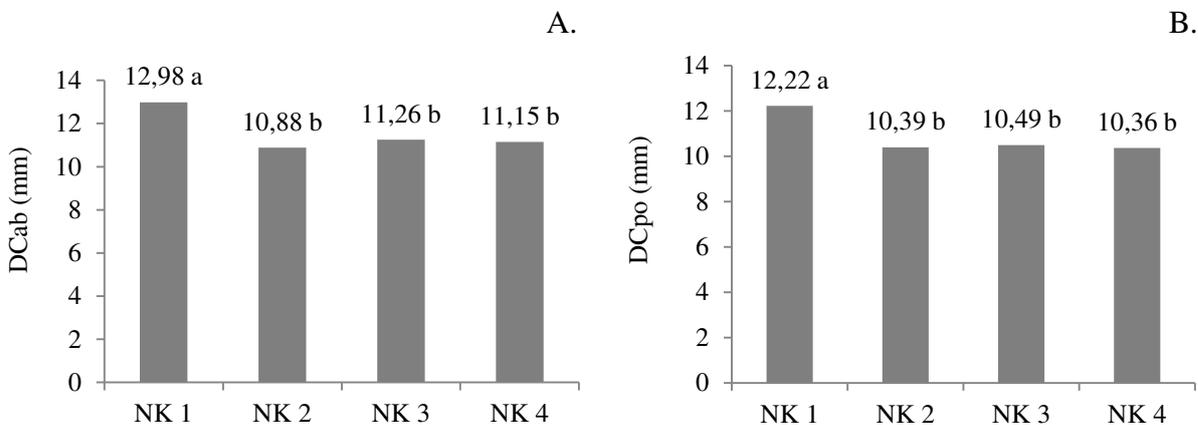


Figura 6. Diâmetro de caule abaixo da enxertia - DCab (A) e diâmetro médio de ramos primários – DMRpr (B) de plantas de aceroleira em função da salinidade da água de irrigação – CEa aos 200 dias após a transplântio – DAT. ** e * = significativos a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente.

Em relação às combinações de doses de N e K₂O, verifica-se (Figuras 7A; 7B; 7C; 7D e 7E) que o diâmetro de caule abaixo, no ponto da enxertia e acima da enxertia, além de diâmetro e comprimento de ramos primários foram favorecidos pela adubação com combinação das doses de 70%N + 50%K₂O (NK1), onde foram obtidos os maiores valores das variáveis correspondentes aos diâmetros de 12,98; 12,22; 10,66 e 7,08 mm, respectivamente, e comprimento de ramos de 90,34 cm.

Nas Figuras 7A e 7B, observa-se que valores de DCab e DCp da enxertia não diferenciaram-se estatisticamente quando as plantas foram adubadas com combinação das doses variando entre NK2 e NK4, enquanto que o DCac da enxertia (Figura 7C) foi afetado negativamente, principalmente quando as plantas receberam a combinação das maiores doses de nitrogênio e potássio (NK4 = 160%N + 125%K₂O). Já o diâmetro e comprimento de ramos primários (Figuras 7D e 7E) apresentaram os menores valores com a combinação das doses NK3 e NK4, cujos valores de DRpr e CRpr foram menores em até 1,22 mm e 13,96 cm, respectivamente, comparada às plantas adubadas com a combinação de nitrogênio e potássio NK1.



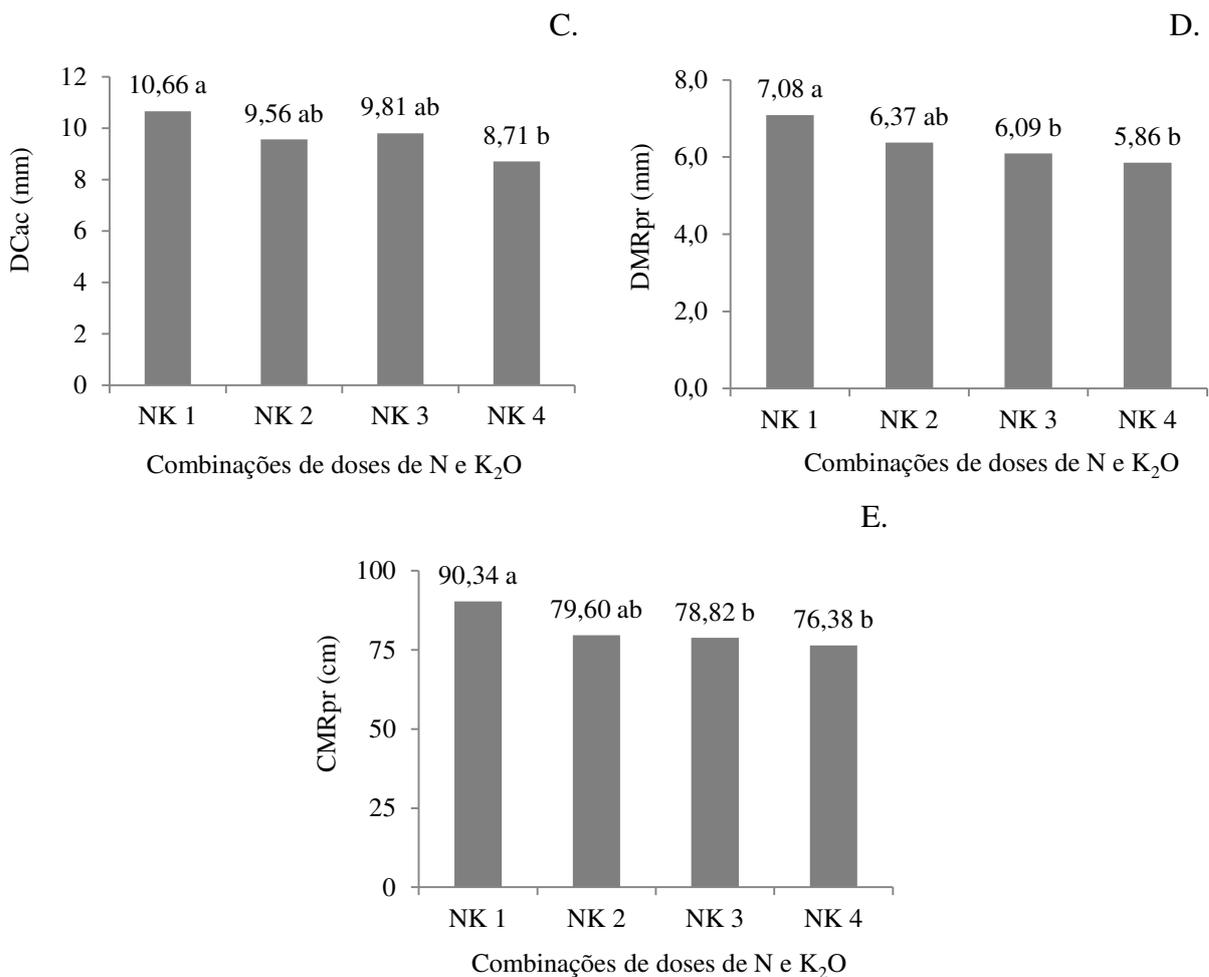


Figura 7. Diâmetro de caule abaixo – Dcab (A), no ponto – DCpo (B) e acima da enxertia – DCac (C), diâmetro de ramos primários – DRpr (D) e comprimento de ramos primários – CRpr (E) em plantas de aceroleira adubadas com diferentes combinações de doses de nitrogênio e potássio, aos 200 dias após a transplântio – DAT.

Nota: NK1= 70%N + 50%K₂O; NK2= 100%N + 75%K₂O; NK3= 130%N + 100%K₂O e NK4 = 160%N + 125%K₂O; médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey (p < 5%).

Provavelmente, a combinação das menores doses estudadas de nitrogênio e potássio (NK1= 70%N + 50%K₂O) foi mais propícia para o crescimento das plantas devido terem atribuído maior equilíbrio nutricional e, conseqüentemente, melhor condição para atividades fisiológicas e bioquímicas. De acordo com Epstein; Bloom (2006), o nitrogênio e potássio em concentrações adequadas são fundamentais para o melhor desenvolvimento de atividades fisiológicas, bioquímicas e crescimento dos vegetais; haja visto que o N desempenha as suas funções como componente estrutural de macromoléculas e constituinte de inúmeras enzimas; compõem os aminoácidos, amidas, proteínas, coenzimas precursores de hormônios vegetais, clorofilas, ácidos nucleicos, nucleotídeos (FAQUIN, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2013) e outras

importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH (HARPER, 1994), enquanto o K é um regulador osmótico, ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese, e neutralizador de ânions macromoleculares insolúveis e solúveis no citoplasma e nos cloroplastos (FAQUIN, 2005; MARSCHNER, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Todavia, Taiz e Zeiger (2013) reportam que excesso de nutrientes podem induzir a deficiência ou acúmulo excessivo de outros nutrientes, levando a um distúrbio nutricional que pode afetar o crescimento das plantas. Tal fenômeno pode ter ocorrido nas plantas quando adubadas com combinações a partir de NK2 (Figuras 7A; 7B; 7C; 7D e 7E). Alves; Bellingieri (2004) reportam que doses elevadas de nitrogênio, utilizando ureia como fonte de N, diminuem os teores de enxofre e de fósforo nas plantas que são primordiais no crescimento vegetal; outrossim com o aumento das doses de K aplicados na forma de cloreto de potássio, pode ocorrer decréscimo nos teores dos teores de Ca e Mg nas plantas. No mais, com acréscimo de K, há tendência de diminuição na concentração de amônio nos tecidos vegetais, provavelmente em decorrência do efeito competitivo entre K^+ e NH_4^+ (CHEN; MACKENZIE, 1992).

Alguns trabalhos, investigando o efeito da adubação nitrogenada e potássica na aceroleira, demonstram que o N e o K são os principais nutrientes exigidos pela cultura, os quais favorecem o crescimento e promove o acúmulo indireto de outros nutrientes, isto, quando resultante de uma combinação de doses adequadas, sendo que doses elevadas comprometem o balanço nutricional e, conseqüentemente, o crescimento das plantas (VELOSO *et al.*, 2001a; FERNANDES *et al.*, 2000; ESASHIKA *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2014).

Além da complexidade da interação entre nutrientes no solo e nas plantas, supõe que as combinações de doses mais elevadas, representadas a partir de NK2, contribuíram para incremento da salinidade no solo em consequência do aumento da quantidade de fertilizantes nitrogenados e potássicos aplicados, exercendo o efeito osmótico sobre o crescimento das plantas de aceroleira. A ureia e cloreto de potássio utilizado como fonte de N e K_2O na adubação do presente estudo possuem índices salinos elevados, correspondentes a 75 e 115%, respectivamente (BORGES; SILVA, 2011)

Silva *et al.* (2015) verificaram que doses elevadas de N diminuiriam o diâmetro do caule de mudas de goiabeira Paluma irrigados com águas salinas, estando efeito atrelado ao desbalanço nutricional e ao incremento da salinidade na zona das raízes das plantas pelo maior quantidade de ureia utilizada como fonte de N aplicada no solo.

Efeito semelhante foi notificado por Silva *et al.* (2016) e Bonifácio *et al.* (2018) com a aplicação de doses elevadas de potássio em mudas de romãzeira e porta-enxertos de goiabeira Paluma, respectivamente, utilizando o nitrato de potássio como fonte K.

Na Tabela 3, verifica-se que não ocorreu efeito significativo isolado ($p > 0,05$) das salinidades da água de irrigação sobre as trocas gasosas em plantas de aceroleira aos 200 dias após o transplantio. Todavia, nota-se que houve significância ($p < 0,01$ e $0,05$) das combinações de adubações nitrogenada e potássica sobre a concentração intracelular de CO_2 , transpiração, condutância estomática, taxa de assimilação de CO_2 , eficiência intrínseca de carboxilação e eficiência intrínseca de uso da água.

Outrossim, vê-se existência de interação significativa ($p < 0,01$ e $0,05$) entre os fatores salinidades da água de irrigação e combinações de adubações NK, porém, não houve ajuste dos dados à modelos de equações linear e quadrática no desdobramento entre os fatores, cujos coeficientes de determinação R^2 foram inferiores a 0,21 nas equações, impossibilitando a explicação do efeito dos tratamentos sobre as médias estimadas das variáveis.

Supõe que as trocas gasosas não foram influenciadas pelo aumento da salinidade da água de irrigação, devido à capacidade de ajuste osmótico pelo acúmulo de solutos orgânicos no citoplasma (SOUZA *et al.*, 2011) e do controle da absorção pelas raízes e translocação dos íons tóxicos Na^+ e Cl^- para as folhas das plantas, onde são realizadas as atividades fotossintéticas (MUNNS *et al.*, 2002; WILLADINO; CAMARA, 2010), vez que nas espécies incapazes de realizar tais mecanismos, os efeitos da salinidade induzem o fechamento estomático, a transpiração e conseqüentemente a limitação na entrada de CO_2 nas folhas, mediados pelas altas concentrações de íons Na^+ e Cl^- , principais causadores de limitações estomáticas e bioquímicas (SILVA *et al.*, 2011).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para concentração intracelular de CO_2 (Ci), transpiração (E), condutância estomática (Gs), taxa de assimilação de CO_2 (A), eficiência intrínseca de carboxilação (EiCi) e eficiência intrínseca de uso da água (EiUA) em plantas de aceroleira irrigada com águas salinizadas, sob combinações de adubação nitrogenada e potássica, aos 200 dias após o transplantio - DAT.

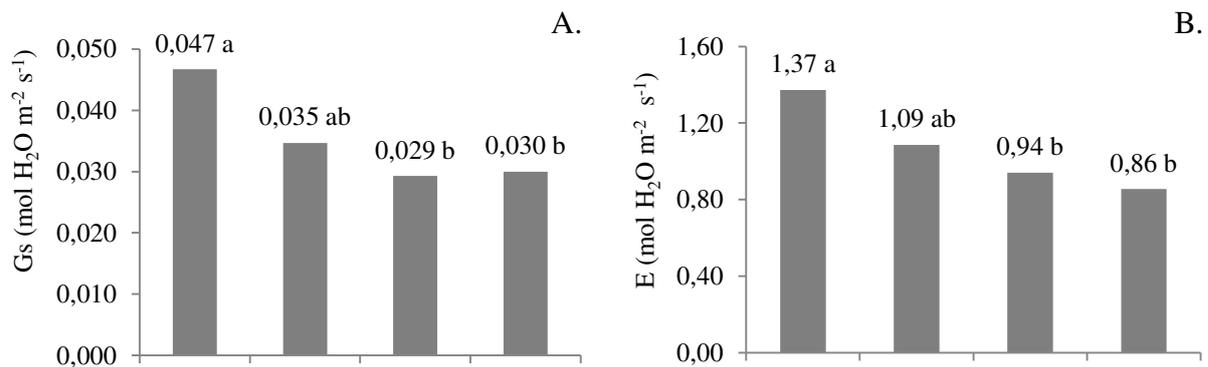
Fonte de variação	Quadrados médios						
	GL	Ci	E ¹	Gs ¹	A ¹	EiCi ¹	EiUA ¹
Salinidades (S)	4	1043,358 ^{ns}	0,0527 ^{ns}	0,00121 ^{ns}	0,14043 ^{ns}	0,00116 ^{ns}	0,399 ^{ns}
Reg. Linear	1	2707,500 ^{ns}	0,0752 ^{ns}	0,00073 ^{ns}	0,23798 ^{ns}	0,00416 ^{ns}	0,791 ^{ns}

Reg. Quadrática	1	288,095 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	0,00035 ^{ns}	0,07529 ^{ns}	0,00030 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Adubações NK (NK)	3	3634,800*	0,1454**	0,00442*	0,60817**	0,00524*	3,361*
Interação S*NK	12	1774,203 ^{ns}	0,0792**	0,00313*	0,31661*	0,00259 ^{ns}	2,336 ^{ns}
Bloco	2	1736,217 ^{ns}	0,0453 ^{ns}	0,01045**	1,10277*	0,00471*	0,370 ^{ns}
Resíduo	38	997,479	0,0262	0,0013	0,13701	0,00133	1,162
CV (%)	4	20,31	16,05	19,81	18,74	22,45	9,81

ns, **, respectivamente não significativos e significativo a $p < 0,01$; ¹ análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} ; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação,.

Analisando o efeito isolado das combinações de doses de adubação nitrogenada e potássica sobre as trocas gasosas das plantas de aceroleira, verifica-se que estas se apresentaram em consonância com observado para as variáveis de crescimento (Figuras 7A, 7B, 7C, 7D e 7E). Vê-se (Figuras 8A, 8B e 8C) que a combinação das menores doses (NK1 = 70%N + 50%K₂O) proporcionaram os maiores valores de condutância estomática (0,047 mol H₂O m⁻² s⁻¹), transpiração (1,37 mol H₂O m⁻² s⁻¹) e taxa de assimilação de CO₂ (μmol m⁻² s⁻¹).

Provavelmente, a disponibilidade de potássio resultando da combinação NK1 tenha sido a principal causa dos maiores valores de condutância estomática, haja vista que a nutrição potássica está ligada a regulação da abertura e fechamento dos estômatos, sendo que concentrações adequadas de K nas células guardas resultam na absorção de água das células adjacentes e um conseqüente aumento na pressão de turgor, promovendo assim, a abertura dos estômatos (FAQUIN, 2005).



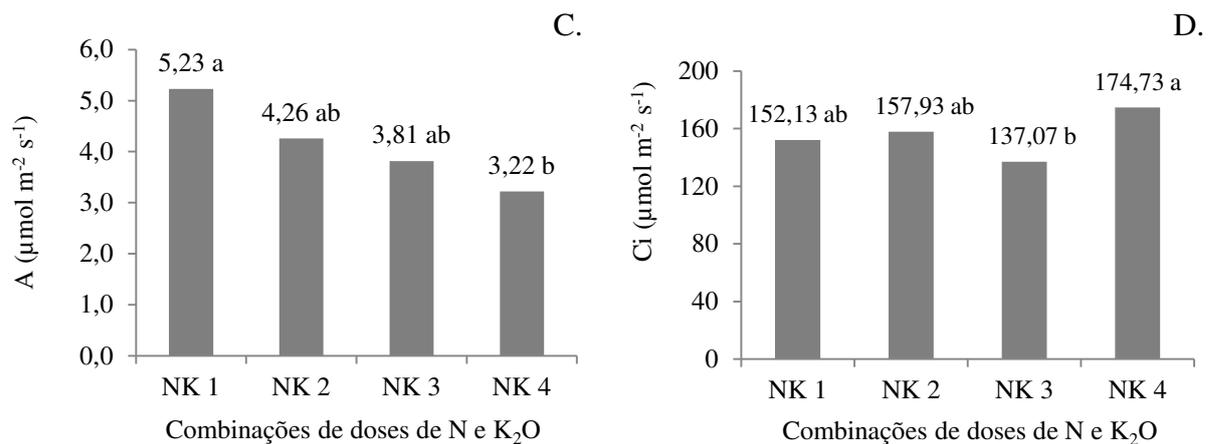


Figura 8. Condutância estomática – Gs (A), transpiração – E (B), taxa de assimilação de CO₂ – A (C) e concentração intracelular de CO₂ – Ci (D) em folhas de plantas de aceroleira adubadas com diferentes combinações de doses de nitrogênio e potássio, aos 200 dias após a transplantio – DAT.

Nota: NK1= 70%N + 50%K₂O; NK 2= 100%N + 75%K₂O; NK3= 130%N + 100%K₂O e NK4= 160%N + 125%K₂O; médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ($p < 5\%$).

As maiores taxas de transpiração observadas nas plantas adubadas com a combinação NK1 (Figura 8B) podem estar relacionadas à maior abertura dos estômatos mediada pela concentração de potássio nas células guardas das plantas; assim como a taxa de assimilação de CO₂ (Figura 8C), vez que a maior abertura estomática promove maior entrada de CO₂ nas células, resultando em maior taxa fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2013). Para Faquin (2005), o K⁺ está também envolvido em uma melhor difusividade do CO₂ no mesófilo foliar e no estímulo da atividade da Rubisco (RuBP), possivelmente, devido à manutenção de um pH ótimo para a atividade desta enzima que é responsável pela fixação de carbono na fase bioquímica da fotossíntese.

Nota-se (Figuras 8A, 8B e 8C) que nas combinações de doses maiores, as trocas gasosas foram reduzidas. A condutância estomática e transpiração foram menores pela adubação com a combinação das doses NK3 (130%N + 100%K₂O) e NK4 (160%N + 125%K₂O), enquanto que o efeito mais drástico sobre a taxa de assimilação de CO₂ (Figura 8C) ocorreu nas plantas adubadas com a combinação das maiores doses de nitrogênio e potássio (NK4). É possível que a alta salinidade dos fertilizantes aplicados no solo tenha provocado a intensificação do efeito osmótico. A queda do potencial de água nas raízes promove uma sinalização química entre raízes e parte aérea, promovendo a redução da abertura estomática, e conseqüentemente, diminuição da transpiração e da taxa de assimilação

de CO₂, causando a restrição da entrada de dióxido de carbono nas células através dos estômatos (SOUZA *et al.*, 2011; FREIRE *et al.*, 2014).

Em relação à concentração intracelular de CO₂, observa-se (Figura 8D) que o maior valor (174,73 μmol m⁻² s⁻¹) foi encontrado nas plantas adubadas com a combinação das maiores doses de nitrogênio e potássio (160%N + 125%K₂O), cujo efeito foi inverso quando comparado, principalmente, com a taxa de assimilação de CO₂ (Figura 8C) que apresentou menor valor nas plantas adubadas com esta combinação de N e K₂O.

De acordo com Larcher (2006), aumento dos valores de Ci indica que está havendo acúmulo de CO₂ nos espaços intercelulares do mesófilo foliar, devido à baixa utilização deste gás para a síntese de açúcares pelo processo fotossintético, desencadeado por algum fator não estomático; de fato, comprovado no presente estudo pela baixa taxa de assimilação de CO₂ quando as plantas foram adubadas com a combinação das maiores doses de N e K₂O (NK4) (Figura 8C). Isto pode estar relacionado a uma menor difusividade do CO₂ no mesófilo foliar e diminuição da atividade da Rubisco (enzima fixadora de CO₂ na fase bioquímica da fotossíntese), causado pelo desequilíbrio nutricional, especificamente de K, que está envolvido nestes processos fisiológicos (FAQUIN, 2005).

Para a eficiência instantânea de carboxilação, constata-se (Figura 9A) que o maior valor foi obtido nas plantas que receberam adubação com a combinação das doses de 70%N + 50%K₂O (NK1), enquanto que o menor valor da variável foi obtida nas plantas adubadas com a combinação NK4 (160%N + 125%K₂O). A eficiência instantânea de carboxilação, representa a quantidade de carbono que a planta fixa para realização da fotossíntese, por unidade de carbono que não é fixado, e por isso, acumulado nos espaços intercelulares do mesófilo foliar, sendo esta variável utilizada para averiguar se fatores não-estomáticos, notadamente de origem bioquímica, estão afetando a atividade fotossintética (KONRAD *et al.*, 2005).

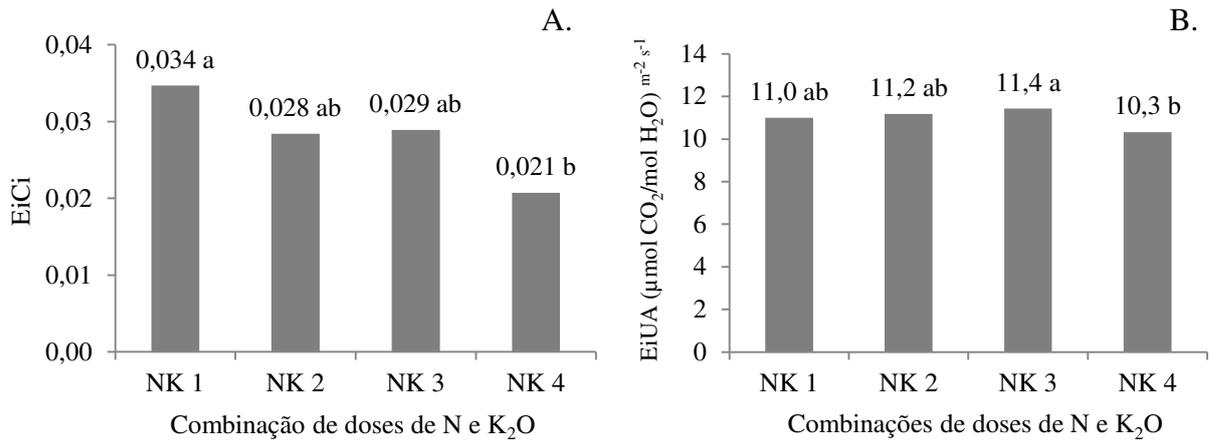


Figura 9. Eficiência instantânea de carboxilação – EiCi (A) e eficiência intrínseca de uso da água – EiUA (B) em folhas de plantas de aceroleira adubadas com diferentes combinações de doses de nitrogênio e potássio, aos 200 dias após a transplantio – DAT.

Nota: NK1= 70%N + 50%K₂O; NK2 = 100%N + 75%K₂O; NK3= 130%N + 100%K₂O e NK4 = 160%N + 125%K₂O; médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey (p < 5%).

Neste aspecto, ressalta-se que eficiência instantânea de carboxilação na dose mais elevada de N e K₂O (Figura 9A), pode estar sendo comprometida por algum fator não-estomático, especificamente, aumento na atividade de oxigenase da enzima Rubisco em detrimento da carboxilase, provocando menor taxa na assimilação de carbono, que pode ocorrer devido uma quantidade excessiva na dose de N fornecido pela adubação, conforme já notificado em plantas de bananeira (MELO *et al.*, 2009).

A eficiência intrínseca de uso da água (Figura 9B) foi aumentada quando as plantas foram adubadas até as combinações das doses de NK3 (130% N + 100%K₂O), todavia, o valor desta variável foi comprometido pela adubação com a combinação das maiores doses de nitrogênio e potássio (NK4 = 160%N + 125%K₂O), cuja diferença foi de 0,90 μmol CO₂/mol H₂O m⁻² s⁻¹. A eficiência intrínseca do uso da água relaciona a quantidade de carbono que a planta fixa por cada unidade de água que pode perder, independentemente da variação de pressão de vapor entre o interior da folha e a atmosfera (TAIZ; ZEIGER, 2013). Vê-se que as plantas adubadas pelas doses de nitrogênio e potássio até a combinação das doses NK3, tenderam a ser mais eficientes no uso da água; devendo-se isto a um melhor ajustamento estomático, devido à importância do K na regulação da atividade das células-guarda, responsável no controle da abertura e fechamento dos estômatos, que mediam controle das perdas de água por transpiração (SHIMAZAKI *et al.*, 2007).

No tocante a eficiência fotoquímica nas plantas de aceroleira, verifica-se (Tabela 4) que não houve efeito significativo isolado das salinidades da água de irrigação e das

combinações de adubação nitrogenada e potássica ($p > 0,05$) sobre a fluorescência inicial, fluorescência máxima, fluorescência variável, eficiência quântica do fotossistema II e produção quântica do fotossistema II. Outrossim, vê-se que não ocorreu interação significativa entre os fatores salinidades da água de irrigação e combinações de adubação nitrogenada e potássica sobre as variáveis estudadas. Semelhantemente, Sá *et al.* (2017) verificaram em plantas de aceroleira de cultivar cultivar BRS 336-Jaburu e porta-enxerto Crioula aos 75 dias após o transplântio, que a irrigação com salinidade da água até $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ e diferentes combinações de doses de nitrogênio e fósforo não exerceram efeito significativo na eficiência fotoquímica, incluindo fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) e produção quântica do fotossistema II (Fo/Fm) em plantas de aceroleira irrigada com águas salinizadas, sob combinações de adubação nitrogenada e potássica, aos 200 dias após o transplântio - DAT.

Fonte de variação	Quadrados médios					
	GL	Fo	Fm	Fv	Fv/Fm	Fo/Fm
Salinidades (S)	4	420,964 ^{ns}	2183,995 ^{ns}	2037,694 ^{ns}	0,00203 ^{ns}	0,00161 ^{ns}
Reg. Linear	1	1,519 ^{ns}	1687,500 ^{ns}	2121,002 ^{ns}	0,00103 ^{ns}	0,00062 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	300,001 ^{ns}	4061,167 ^{ns}	2457,180 ^{ns}	0,00017 ^{ns}	0,00004 ^{ns}
Adubações NK (NK)	3	28,722 ^{ns}	5121,850 ^{ns}	4591,300 ^{ns}	0,00097 ^{ns}	0,00108 ^{ns}
Interação S*NK	12	287,767 ^{ns}	2902,371 ^{ns}	3265,269 ^{ns}	0,00188 ^{ns}	0,00196 ^{ns}
Bloco	2	203,029 ^{ns}	948,517 ^{ns}	896,262 ^{ns}	0,00084 ^{ns}	0,00076 ^{ns}
Resíduo	38	161,130 ^{ns}	2301,236 ^{ns}	2381,537 ^{ns}	0,00119 ^{ns}	0,00114 ^{ns}
CV (%)	4	10,30	9,42	12,61	4,55	13,85

ns, **, respectivamente não significativos e significativo a $p < 0,01$; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação,.

De maneira geral, pode-se afirmar que a fluorescência da clorofila *a* é utilizada para aferição da eficiência das reações fotoquímicas da fotossíntese, indicando a recepção primária de elétrons do fotossistema II após a oxidação da água mediada pela luz; o fluxo desses elétrons entre os fotossistemas I e II na membrana dos tilacoide; dissipação térmica dentro do FSII e, a eficiência quântica da transferência de elétrons para formação do redutor NADPH, ATP e Fdr utilizados na assimilação do CO₂ na fase bioquímica da fotossíntese (ROHÁČEK, 2002; BAKER, 2008; MUNNS; TESTER, 2008; LUCENA *et al.*, 2012); podendo estas variáveis serem afetadas pelos íons tóxicos de Na⁺ e Cl⁻ quando as plantas são

expostas à salinidade, conforme já verificado em tomateiro (TATAGIBA et al., 2014) citrus (SILVA et al., 2014) e Gravioleira (SILVA et al., 2017). Toda via, percebe-se que na aceroleira esses efeitos não se manifestaram demonstrando que pode haver algum mecanismo de tolerância desta cultura à salinidade para estas variáveis.

No tocante à adubação, pode-se afirmar que estas variáveis não são comprometidas pela variação das combinações das doses de N e K_2O , indicando que a eficiência fotoquímica não é afetada por um provável efeito osmótico provocado pelo índice salino dos fertilizantes e o desequilíbrio nutricional resultante da combinação das maiores doses de N e K_2O .

No mais, esses resultados evidenciam que a combinação das maiores doses N e K_2O (NK4), pode não ter comprometido a produção de ATP e de NADPH provenientes da cadeia transportadora de elétrons do fotossistema II, haja vista que a eficiência fotoquímica não foi afetada pelas combinações de doses de adubação nitrogenada e potássica, assim, inferindo-se que a diminuição da taxa de assimilação de CO_2 (Figura 8C) que geralmente é dependente da produção de ATP e NADPH da fase fotoquímicas, não está relacionada com este fator, mas sim, decorrente dos efeitos negativos das maiores doses de N e K_2O sobre a enzima fixadora de dióxido de carbono (Rubisco).

6 CONCLUSÕES

As combinações das doses de adubação nitrogenada e potássica não mitigaram o estresse salino sobre as variáveis de crescimento de plantas de aceroleira afetados pela salinidade, aos 200 dias após o transplântio.

O diâmetro do caule abaixo da enxertia e diâmetro de ramos primários foram as variáveis afetadas negativamente pelo aumento da salinidade da água de irrigação a partir de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$.

A maioria das variáveis de crescimento, as trocas gasosas e a eficiência fotoquímica não foram comprometidas pela irrigação com salinidade da água de até $4,3 \text{ dS m}^{-1}$.

A adubação com combinação das doses de 70%N (35 g de N) + 50%K₂O (20 g de K₂O) por planta foi mais efetiva no aumento das trocas gasosas, promovendo maior crescimento de plantas de aceroleira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^+ e K^+ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p. 602-608, 2011.

ALVES, L. L.; BELLINGIERI, P. A. Efeito de doses de nitrogênio e potássio no crescimento, na composição química e nos teores de amônio e nitrato da parte aérea de aveia-amarela cultivada em casa de vegetação. **Científica**, v.32, n.2, p.107-114, 2004.

ALVES, R. E; MENEZES, J.B. **Botânica da aceroleira**. In: SÃO JOSÉ. A.R.; ALVES, R.E. (Eds.) *Acerola no Brasil, produção e mercado*. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1995. p. 7-14.

AMOR, F. M.; RUIZ-SÁNCHEZ, M. C.; MARTÍNEZ, V.; CERDÁ, A. Gás Exchange, water relations, and ions concentrations of salt-stressed tomato and melon plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, n. 9, p. 1315-1325, 2000.

ANDRADE JUNIOR, A. S.; SILVA, E. F. F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; LEAL, C. M. Uso da qualidade da água subterrânea para irrigação no Semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.873-880, 2006.

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.

APSE, M.P.; BLUMWALD, E. Na^+ transport in plants. **FEBS Letters**, v.581, n.12, p.2247-2254, 2007.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, n.1, p.3-16, 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p.

BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, 89-113, 2008.

BARBOZA, S. B. S. C.; TAVARES, E. D.; MELO, M. B. **Instruções para o cultivo da acerola**. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1996. 42p. (Circular Técnica. 6).

BARROS, A. D. **Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão**. 124p. (Tese Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2002.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed., Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.26–33, 2008.

BONIFÁCIO, B. F.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SOUSA, L.P.; PINHEIRO, F. W. A.; BARBOSA, J. L.; SILVA, E. M. Effect of salinity and potassium on phytomass and quality of guava rootstocks. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.2, p.308-317, 2018.

BORGES, A. L.; SILVA, D. J. (2011). Fertilizantes para fertirrigação. In: Sousa, V. F.; Marouelli, W. A.; Coelho, E. F.; Maurício, J. M. P.; Coelho Filho, A. (Eds.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 253-264.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. **A cultura da acerola**. 3. ed. Brasília, DF : Embrapa, 2012. 144 p. (Coleção Plantar; 69).

CARVALHO, C; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; TREICHEL, M.; FILTER, C. F. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2017**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.

CAVALCANTI, F. J. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3ª. ed. Recife: IPA, 2008. 212 p.

CAVALCANTE, L. F; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.251-261, 2010.

CHEN, J. S.; MACKENZIE, A. F. Fixed ammonium and potassium as affected by added nitrogen and potassium in three Quebec soils. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.23, p.1145-1159, 1992.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 368 p., 1982.
CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.238 p.

CUARTERO, J.; MUÑOZ, R. F. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, n.1/4, p.83-125, 1999.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeito dos sais no solo e nas plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. FORTALEZA, INCTA Sal, 2010. p.129-141.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

ESASHIKA, T.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, F. W. Resposta da aceroleira a adubação orgânica, química e foliar num Latossolo da Amazônia Central. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, n.4, p.399-410, 2013.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA /FAEPE, 2005. 186 p.

FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de *Gliricídia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1499-1505, 2009.

FERNANDES, A. A.; SILVA, G. D.; MARTINEZ, H.E. P.; BRUCKNER, C. H. Sintomatologia das deficiências minerais e quantificação de macronutrientes em mudas de aceroleira. **Revista Ceres**, v.47, n.274, p.639-650, 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042. 2011.

FERREIRA, K. S. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleira adubadas com nitrogênio e potássio**. 2014. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal de São João Del-Rei, 2014.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT, 2010. p.21-41.

FERREIRA-SILVA, S. L.; VOIGT, E. L.; VIÉGAS, R. A.; PAIVA, J. R.; SILVEIRA, J. A. G. Influência de porta-enxertos na resistência de mudas de cajueiro ao estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.4, p.361-367, 2009.

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.

FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. **Journal Exp. Botany**, v. 55, p.307-319, 2004.

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. **Ciência Agrônômica**, v.45, p.82-91, 2014.

FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p.929-954.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 261 p.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 31, p.149-190, 1980.

GURGEL, M.T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. S; BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G. Estresse salino na germinação e formação de porta-enxerto de aceroleira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.31-36, 2003a.

- GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. S.; BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G. Índices fisiológicos e de crescimento de um porta-enxerto de aceroleira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.451-456, 2003b.
- GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. S.; BEZERRA, I. L. Uso de águas salinas na produção de mudas enxertadas de aceroleira. **Caatinga**, v.20, n.2, p.16-23, 2007.
- GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.3-10, 2010a.
- 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, 2010b.
- GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; UYEDA, C. A. Qualidade pós-colheita de variedades de melões produzidos sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.398-405, 2010c.
- HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J.; BENNETT, J.M.; SINCLAIR, T.R.; PAULSEN, G.M. (Eds.). **Physiology and determination of crop yield**. Madison, ASA/CSSA/SSSA, 1994. p.285-302.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M. HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTA Sal, 2010. p.43-61.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção e área nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 pés existentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1181>. Acesso: 13 de março, 2018.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso: 03 de março. 2018.
- KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline condition. **Fertilizer and Agriculture**, v. 95, p.3-41, 1987.
- KAVATI, R.. Pesquisa e extensão sobre a cultura da acerola no Estado de São Paulo. In: A. R. SÃO JOSÉ; R. E. ALVES. (Eds.) **Acerola no Brasil: Produção e mercado**. DFZ/UESB, Vitória da Conquista. 1995. p.149-154.
- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339- 347, 2005.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 1.ed. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

- LIMA, R. L. S. **Estudos sobre a nutrição de progênies de aceroleira: épocas de amostragens de folhas e exportação de nutrientes**. 2008. 44 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- LUCENA, C. C.; SIQUEIRA, D. L.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R. Salt stress change chlorophyll fluorescence in mango. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.1245-1255, 2012.
- MAAS, E. V. **Salt tolerance of plants**. Applied Agricultural Research, New York, v.1, p. 12-36, 1984.
- MANSOUR, M. M. F. NaCl alteration of plasma membrane of *Allium cepa* epidermal cells, Alleviation by calcium. **Journal Plant Physiology**, v.145, p.726-730, 1995.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed. New York: Academic Press, 2011. 672p.
- MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. DE A.; OLIVEIRA, M. DE; SILVA JÚNIOR, M. J. DA; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3. p.469-472, 2003.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE**. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; BARROS, A. D.; Manejo da irrigação e tolerância do meloeiro a salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.3, p.242-247, 2008.
- MELO, A. S.; SILVA JÚNIOR, C. D.; FERNANDES, P. D.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B; DANTAS, J. D. M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.733-741, 2009.
- MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; OLIVEIRA, M. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN. **Caatinga**, v. 11, n. 1/2, p. 75-83, 1998.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.167, p. 645–663, 2005.
- MUNNS, R. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. **Plant, Cell and Environment**, v.16, p.15–24. 1993.
- MUNNS, R.; HUSAIN, S. RIVELLI, A. R.; RICHARD, A. J.; CONDON, A. G.; MEGAN, P. L.; EVANS, S. L.; SCHACHTMAN, D. P.; HARE, R.A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil**, v.247, p. 93-105, 2002.

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

MUSSER, R. S. Tratos culturais na cultura da acerola. In: A. R. SÃO JOSÉ; R. E. ALVES. (Eds.) **Acerola no Brasil: Produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1995. p. 47-52.

NAVARRO, A.; BAÑON, S.; OLMOS, E; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Effects of sodium chloride on water potential components, hydraulic conductivity, gas exchange and leaf ultrastructure of *Arbutus unedo* plants. **Plant Science**, v.172, p.473-480, 2007.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.6, n.11, p.1-16, 2010.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.9, n.2, p. 111-118, 2015.

PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHERY, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 143-159.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production** (Org). Roma: FAO, 1992.

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT, 2010. p.11-19.

RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S.. Química dos solos salinos e sódicos. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (eds.). **Química e mineralogia do solo**. Parte II – Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p.449-484.

RIOS, L. V. C. **Salinidad: Homeostasis iônica y acuaporinas**. Centro de Investigaciones del Hombre in el Desierto-IDESIA. 2004. p.61-68,.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. **Acerola**. In: Cultivo Tropical de Fruteiras. RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C. (Eds.). Belo Horizonte: EPAMIG, Informe Agropecuário, v.32, n.264, p.17-25, 2011.

ROHÁČEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. **Photosynthetica**, v. 40, n.1, p. 13-29, 2002.

SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P.; FERNANDES, P. D.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. A.; FERREIRA NETO, M. Water Relations and Gas Exchanges of West Indian Cherry under Salt Stress and Nitrogen and Phosphorus Doses. **Journal of Agricultural Science**, v.9, n.10, 2017.

SCHACHTMAN, D. P.; SCHROEDER, J. I. Structure and transport mechanism of a high-affinity potassium uptake transporter from higher plants. **Nature**, v.370, n.6491, p.655-658, 1994.

SERRAJ, R.; SINCLAIR, T. R.; Osmolyte Accumulation: can it really help increase crop yield under drought condition. **Plant, Cell and environment**, v.25, p.333-341, 2002.

SHIMAZAKI, K.I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. *Annual Review of Plant Biology*, Palo Alto, v.58, p.219-247, 2007.

SILVA JUNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.11-17, 1999.

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.

SILVA, E. M.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R.G.; SÁ, F. V. S.; SOUZA, L. P.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D. Photosynthetic pigments and photochemical efficiency in soursop under saline water Irrigation and nitrogen sources. **Journal of Agricultural Science**; v.9, n.12; p.325-334, 2017.

SILVA, E. M.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. P.; ABRANTES, D. S.; ANDRADE, A. B. A. Efeito da adubação nitrogenada na formação de mudas de goiabeira irrigadas com águas salinizadas. **Revista Verde**, v.10, n.4, p.42-48, 2015.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V. ; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agrícola**, v.68, n.1, p.62-68, 2011.

SILVA, G. D. **Absorção de macro e micronutrientes pela aceroleira (*Malpighia glabra* L.)**. Viçosa: UFV, 1998. 61 P.

SILVA, I. M. A.; TRIGUEIRO, R. W. PAIVA; REZZO, D. D. P. Z. Estresse salino e doses de potássio em mudas de romã (*Punica granatum* L.). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.10, n.1, p.91-94, 2016.

SILVA, L. A.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; MOREIRA, R. C. L.; SOARES FILHO, W. S.; FERNANDES, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, S1-S7, 2014.

SIQUEIRA, E. C.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, F. A. L.; BARROS JÚNIOR, G.; CAVACALTI, M. L. F. Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, Suplemento, p.363-367, 2005.

SOUSA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FÁBIO C. FARIAS. 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, R. P.; MACHADO, E. C.; SILVEIRA, J. A. G., RIBEIRO, R. V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.586-592, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.
TATAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T.; PELOSO, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Engenharia na Agricultura**, v.22, n.2, p.138-149, 2014.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, p. 503-527, 2003.

VELOSO, C. A. C.; BATISTA, E. M.; CARVALHO, E. J. M. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio em mudas de aceroleira (*Malpighia glabra*, L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n.1. p.087-091. 2001b.

VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; LIMA, W. A. **Influência da adição do nitrogênio e do potássio na formação de mudas de aceroleira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001a. 19p. (Boletim de Pesquisa, 34).

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. **Annals of Botany**, v.88, n.6. p.967-988, 2001.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.6, n.11; p. 1-23, 2010.