



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RAFAEL GONÇALVES DA SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO QUIABEIRO (*Abelmoschus
esculentus L.*) CULTIVADO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO
POTÁSSICA**

Pombal-PB

2022

RAFAEL GONÇALVES DA SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO QUIABEIRO (*Abelmoschus
esculentus L.*) CULTIVADO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO
POTÁSSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lauriane A. dos Anjos Soares

POMBAL – PB

2022

S586c Silva, Rafael Gonçalves da.

Crescimento e produção do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.)
cultivado com águas salinas e adubação potássica / Rafael
Gonçalves da Silva. – Pombal, 2022.

43 f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Profa. Dra. Lauriane A. dos Anjos Soares.”

Referências.

1. Cultivo do quiabeiro. 2. Estresse salino. 3. Manejo da adubação. 4.
Hortaliças. 5. *Abelmoschus esculentus* L. I. Soares, Lauriane A. dos Anjos.
II. Título.

CDU 635.648(043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Auxiliadora Costa (CRB 15/716)

RAFAEL GONÇALVES DA SILVA

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO QUIABEIRO (*Abelmoschus esculentus*
L.) CULTIVADO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal de Campina Grande no
Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
como requisito obrigatório para obtenção do título
de bacharel em Agronomia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Orientadora - Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande - CCTA - UAGRA)

Pollyanna Freire Montenegro Agra

Membro - Profa. Dra. Pollyanna Freire Montenegro Agra
(Universidade Federal de Campina Grande - CCTA - UAGRA)

Jara Almeida Roque

Membro - M.Sc. Jara Almeida Roque
(Universidade Federal de Campina Grande - CTRN - PPGEA)

Pombal – PB

2022

DEDICATÓRIA

A Deus primeiramente, por ter me dado forças e a oportunidade de chegar até este momento. Aos meus pais, pelo apoio e incentivos constantes, para que esse sonho pudesse se tornar real.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela graça da vida, por ter me dado saúde, sabedoria, forças e perseverança para ter chegado até o fim desta caminhada tão árdua, porém gratificante.

Aos meus pais, Maria Auxiliadora e Laercio Beserra, por terem me apoiado do início ao fim deste sonho, por serem os alicerces da minha vida em todos os sentidos, pois sem eles, jamais conseguiria chegar aonde cheguei.

A minha namorada, Gabriely Lira, por ter me apoiado e incentivado nesta caminhada, e por ter tido compreensão e paciência nos momentos de ausência.

A minha orientadora Lauriane Almeida dos Anjos Soares, pela orientação, disponibilidade, dedicação, incentivo e ter me dado à oportunidade de participar de projetos de pesquisa na universidade.

Aos meus colegas de turma, principalmente Luciane Guedes, Maria Amanda e Vicente Elias, onde passamos por muitos momentos felizes e outros nem tanto, porém todos serviram de aprendizado para nossa vida.

A Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, pela oportunidade de cursar a Graduação de bacharel em Agronomia, ao programa de Monitoria da UFCG, onde tive a oportunidade de ser contemplado com a bolsa de monitoria da disciplina de Informática e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de auxílio financeiro e bolsa PIBITI/CNPq-UFCG.

Aos participantes do grupo de pesquisa Agroirriga, por terem ajudado na condução dos experimentos, pois sem o empenho e dedicação de todos; estes momentos não seriam possíveis;

A todos os funcionários de forma geral da UFCG - *Campus Pombal*, que de alguma forma colaboraram para que todos os dias pudessem ter as aulas teóricas e práticas.

Muito Obrigado!

SILVA, R. G. da. **Crescimento e produção do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) cultivado com águas salinas e adubação potássica**. 2022. 43f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

O manejo da adubação potássica em hortaliças pode atenuar os efeitos deletérios dos sais em plantas, causadas pela irrigação com águas que apresentam elevados teores de sais em regiões semiáridas do Nordeste, sendo esta, uma alternativa para a agricultura, tendo em vista a escassez de água de boa qualidade para fins de irrigação. Com isto, o presente trabalho, teve como objetivo avaliar o crescimento e a produção de quiabeiro cultivado sob níveis salinos e doses de adubação potássica. A pesquisa foi desenvolvida sob condições de campo, na Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal, Paraíba. Utilizou-se de um delineamento experimental em blocos casualizados com esquema fatorial 5×5 , correspondente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3, 1,3, 2,3, 3,3 e 4,3 dS m^{-1}) e cinco doses de adubação potássica (75; 112,5; 150; 187,5 e 225 mg de $\text{K}_2\text{O kg}^{-1}$ do solo), com três repetições e uma planta por parcela. A irrigação com água com condutividade elétrica de 4,3 dS m^{-1} reduz drasticamente o crescimento, as fitomassas e comprimento dos frutos de quiabeiro. A massa total de frutos de quiabeiro foi superior para plantas que receberam irrigação com água de condutividade elétrica de 2,3 dS m^{-1} e adubação com dose de 50% de K_2O . A irrigação com água de baixa salinidade (0,3 dS m^{-1}) combinada com a dose de 50% de potássio proporcionou maiores valores para as fitomassas secas de caule, raízes e total das plantas de quiabeiro.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus* L.; estresse salino; manejo da adubação.

SILVA, R. G. da. 2022. **Growth and production of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) cultivated with saline water and potassium fertilization**. 43f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Agri-Food Science and Technology. Pombal, PB.

ABSTRACT

Management of potassium fertilization in vegetables can attenuate the deleterious effects of salts on plants caused by irrigation with water that has high levels of salts in semi-arid regions of the Northeast, which is an alternative for agriculture, in view of the scarcity of good quality water for irrigation purposes. Thus, the present work aimed to evaluate the growth and production of okra cultivated under saline levels and doses of potassium fertilization. The research was developed under field conditions, at the Federal University of Campina Grande, located in the municipality of Pombal, Paraíba. An experimental design was used in randomized blocks with a 5×5 factorial scheme, corresponding to five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3; 1.3; 2.3, 3.3 and 4.3 dS m^{-1}) and five doses of potassium fertilization (75; 112.5; 150; 187.5 and 225 $\text{mg of K}_2\text{O kg}^{-1}$ soil), with three replications and one plant per plot. Irrigation with water with an electrical conductivity of 4.3 dS m^{-1} drastically reduces the growth, phytomass and length of the okra fruits. The total mass of okra fruits was higher for plants that received irrigation with water with an electrical conductivity of 2.3 dS m^{-1} and fertilization with a dose of 50% K_2O . Irrigation with low salinity water (0.3 dS m^{-1}) combined with a dose of 50% potassium provided higher values for dry phytomass of stem, roots and total of okra plants.

Keywords: *Abelmoschus esculentus* L.; saline stress; fertilization management.

LISTA DE TABELA

	Pág.
Tabela 1 Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.....	22
Tabela 2 Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) de plantas de quiabeiro cultivadas com águas salinas e adubação potássica, aos 75 dias após a semeadura.....	26
Tabela 3 Resumo da análise de variância para fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca das raízes (FSR), fitomassa seca total (FST), comprimento médio de frutos (Cfrut), diâmetro médio de fruto (Dfrut) e massa total de frutos (Mfrut) do quiabeiro cultivadas com águas salinas e adubação potássica, aos 80 dias após o semeadura.....	29

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Número de folhas (A) e área foliar (B) do quiabeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de potássio.....	21
Figura 2 Altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) do quiabeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa.....	23
Figura 3 Fitomassa de seca de folhas - FSF (A), fitomassa seca de caule - FSC (B), fitomassa seca de raízes - FSR (C) e fitomassa seca total - FST (D) do quiabeiro, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de potássio.....	25
Figura 4 Comprimento médio de frutos - CFr do quiabeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.....	26
Figura 5 Diâmetro médio de frutos DFr (A) e Massa total de frutos - MFr (B) do quiabeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de potássio (%)......	28

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE TABELA	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Geral.....	14
2.2. Específicos	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1. Aspectos gerais sobre a cultura do quiabeiro	15
3.2. Disponibilidade hídrica em regiões semiáridas	16
3.3. Efeito do estresse salino nas plantas	17
3.3.1. Estresse salino na cultura do quiabeiro	19
3.4. Adubação potássica como atenuante do estresse salino	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Localização da área experimental	22
4.2. Delineamento experimental e tratamentos	22
4.3. Unidade experimental	22
4.4. Manejo da adubação	23
4.5. Semeadura.....	23
4.6. Preparo das águas e manejo da irrigação	23
4.7. Tratos culturais	24
4.8. Variáveis analisadas.....	24
4.8.1 Crescimento.....	24
4.8.2. Produção de fitomassas	25
4.8.3. Componentes de produção	25
4.9. Análises estatísticas	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÕES.....	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) é uma hortaliça de grande importância nutricional, rico em nutrientes como ácidos graxos insaturados, carboidratos, cálcio, potássio e vitaminas consideradas essenciais para saúde humana (ASHRAF et al., 2019). No Brasil não está entre as hortaliças de maior importância econômica, contudo, possui grande consumo pela população, sendo comercializada em mercados e feiras (MIRANDA, 2016).

A produção de quiabo no Brasil, no ano de 2017, foi de 128.460 t (IBGE, 2018), tendo como destaques de produção os estados do Sudeste e algumas regiões do Nordeste (IEA, 2021). Destacando-se como os maiores produtores desta hortaliça Minas Gerais, São Paulo, Sergipe, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Goiás (COSTA et al., 2017).

O semiárido nordestino é caracterizado pelas baixas precipitações pluviométricas, elevadas taxas de evapotranspiração e baixa umidade relativa do ar, com chuvas concentradas em alguns meses do ano, que resultam em um balanço hídrico negativo anual, sendo a baixa disponibilidade hídrica, um fator limitante para a produção agrícola (GONDIM et al., 2017). Desta forma, predomina águas de qualidade inferior presentes em poços perfurados em propriedades locais, onde essas águas são consideradas inadequadas para a prática da irrigação, por apresentarem elevados teores de sais em sua composição, resultando no acúmulo de íons no solo, que acarreta alguns efeitos deletérios consideráveis para culturas submetidas a esse estresse (LIMA et al., 2017).

As plantas cultivadas sob condições de salinidade podem sofrer efeitos de natureza osmótica, que ocasiona a retenção de água no solo restringindo a absorção de água e nutrientes pelas raízes, e iônica caracterizada pela toxidez e competição causada por sódio, cloro e boro com nutrientes importantes para a planta, como potássio e cálcio (FREIRE et al., 2018). Nessas condições, além do crescimento, o rendimento das plantas também é afetado, ocorrendo à interrupção de vários processos fisiológicos e bioquímicos, como fotossíntese (LIMA et al.; 2020). Todos esses efeitos podem resultar em uma menor absorção de água e, conseqüentemente, reduções no crescimento e produção de fotoassimilados da planta e decréscimos na produção e na qualidade dos frutos (TAIZ et al., 2017; MODESTO et al., 2019).

As características de tolerância e sensibilidade das culturas ao estresse salino variam de acordo com vários fatores existentes, dentre eles a espécie, a cultivar, a natureza catiônica e/ou aniônica da água de irrigação, a intensidade e duração do estresse, as condições

edafoclimáticas e o manejo da adubação com nutrientes importantes na aclimação de plantas em condições de estresse salino (SOARES et al., 2018).

Neste sentido, a adubação potássica é uma alternativa no cultivo de hortaliças utilizando águas salinas, tendo em vista que o potássio pode ser um atenuador do estresse salino em plantas auxiliando no ajuste osmótico, manutenção do turgor celular, na manutenção da homeostase iônica e melhorar a proteção antioxidante das plantas, protegendo-as do estresse oxidativo, isso é possível por que, o K^+ estar ligado ao movimento estomático, síntese de proteínas, transporte no floema e na redução da absorção excessiva de íons como Na^+ (HASANUZZAMAN et al., 2018).

Vários estudos já foram realizados com a finalidade de avaliar a adubação potássica em hortaliças cultivadas em condições de salinidade, como com a cultura do quiabo (SAHEED & QADER, 2020), cebolinha e coentro (MACHADO, 2020), pepino (ALVES, 2018), rúcula (CORDEIRO et al, 2019), alface americana (MARQUES et al., 2017) e entre outras, porém ainda são necessárias informações mais detalhadas dos efeitos do potássio na mitigação do estresse salino na cultura do quiabeiro, como uma alternativa de se ampliar o cultivo dessa espécie em condições de semiárido nordestino, tendo em vista a importância dessa cultura no mercado hortícola.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar o crescimento e a produção de frutos de quiabeiro cultivados com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação e doses de potássio.

2.2. Específicos

Avaliar as alterações no crescimento de plantas de quiabeiro submetidas à irrigação com águas salinas e adubação potássica;

Analisar a produção de quiabo cultivados sob condições de irrigação com diferentes níveis de condutividade elétrica da água e adubação com doses crescentes de potássio;

Determinar a salinidade limiar do quiabeiro cultivado em condições semiáridas;

Identificar a dose de potássio que ocasione aclimatação de plantas em quiabeiro cultivado em condições de estresse salino.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais sobre a cultura do quiabeiro

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) é uma hortaliça-fruto originária da Etiópia, pertencente à família Malvaceae, foi introduzida no Brasil pelos escravos africanos (MOURA, 2014) onde a Bahia foi a porta de entrada, na qual permitiu a disseminação da planta pelo país, principalmente para o Nordeste e Sudeste (SANTOS, 2013).

É uma hortaliça que se destaca devido a possibilidade, em que suas várias partes da cultura, como folha, caule, flor, fruta e raiz, podem ser usadas para diferentes finalidades (SALIK et al, 2021). A cultura pode ser geralmente consumida cozida e seu consumo traz uma série de benefícios, devido aos nutrientes mencionados anteriormente, e contribui para o bom funcionamento do sistema digestivo por conter polissacarídeos de cadeia longa (SILVA FILHO, 2018). A cultura apresenta um tipo de mucilagem, em que diferencia o quiabo de outros vegetais, o tornando adequado para várias aplicações medicinais e industriais (HARUNA, et al. 2017).

O quiabeiro é uma planta de ciclo anual, apresenta folhas grandes com limbo excessivamente recortados, lobadas e com pecíolos longos, coloração esverdeada e regiões avermelhadas. É uma planta arbustiva, podendo medir até três metros de altura, com porte ereto e caule semi-lenhoso, com ramificações laterais que surgem devido as práticas de manejo, como o uso de espaçamentos maiores no cultivo (MORAES et al., 2018). Seus frutos tem formato de dedos, denominados de cápsulas, ricos em cálcio, ferro, vitaminas A, B e C, além de ser uma boa fonte de carboidratos, proteínas e minerais (SANTOS et al., 2021). Atualmente, o quiabo é cultivado em 43.631 propriedades rurais em todo o país, porém com baixo nível tecnológico, tendo como um dos destaques a região Nordeste, onde o quiabo é cultivado em 15.027 propriedades rurais e mais especificamente no estado da Paraíba existem 499 propriedades rurais que cultivam o quiabo, ficando atrás apenas da região Sudeste (IBGE, 2018).

O desenvolvimento do quiabeiro é desfavorecido por clima frio com dias curtos e noites longas, necessitando de maiores temperaturas para melhor desenvolvimento em campo e dias mais longos (MORAES et al., 2018). Para o cultivo do quiabo, a temperatura ideal está na faixa de 21,1 a 29,4 °C, com média máxima de 35°C e média mínima de 18,3°C (SANTOS, 2019). De acordo com Santos (2019), o quiabeiro é uma das hortaliças mais importantes do

mundo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais pela sua característica rústica e tolerante ao calor, não exigindo grandes investimentos tecnológicos para o seu cultivo. E devido a essa característica, que o quiabo é uma das hortaliças mais produzidas em propriedades mais quentes, que fazem o uso da agricultura familiar, pois o cultivo não necessita de altos investimentos (SANTINO, 2019).

O método de propagação da cultura mais utilizado é por sementes, pois o método de mudas é pouco eficaz. A densidade de plantas por hectare pode chegar a 50.000 a 60.000 plantas de quiabo por hectare utilizando de 18 a 22 kg de sementes para cultivo (SALIK et al, 2021).

Uma das cultivares mais utilizada para produção de quiabo no Brasil é sem dúvidas a Santa Cruz 47, devido à alta produtividade e produção precoce, e também apresenta resistência a algumas doenças, como à podridão-úmida dos frutos e à murcha-verticular. Morfológicamente esta cultivar apresenta limbo foliar mais profundamente recortado, comparado às demais; com frutos na cor verde-clara e formato cilíndricos, com a ponta moderadamente recurvada, contudo, o teor de fibras é menor, em relação às cultivares mais antigas (FILGUEIRA, 2008).

3.2. Disponibilidade hídrica em regiões semiáridas

A região do Semiárido brasileiro abrange uma área de 981 mil km², formada de 1.135 municípios, e comporta quase 24 milhões de habitantes, ou seja, representa quase 12% da população do território brasileiro, destacando-se que, aproximadamente, 10 milhões pertencem à zona rural (MEDEIROS et al., 2012; GONDIM, 2017).

O Nordeste brasileiro é caracterizado por sofrer períodos de estiagem (seca), devido a irregularidade pluviométrica anual, com chuvas concentradas em alguns meses do ano. Essa realidade reflete em consequências sociais como pela falta de água para os diversos fins, como o consumo humano e uso na agricultura (ZANELLA, 2014). As causas para o agravamento da baixa disponibilidade hídrica no planeta se deve a vários fatores, principalmente pelo manuseio inoperante dos recursos naturais e o crescimento da população. De acordo com a UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância), menos de 50% da população mundial tem acesso à água potável para o consumo (SILVA et al., 2014).

Vale salientar que, apesar de que evidencie baixos índices totais pluviométricos em relação às demais regiões do país, o semiárido brasileiro é um dos que mais chovem no

planeta, com precipitação pluviométrica média anual de 750 mm, embora em algumas áreas a precipitação média não ultrapassa os 400 mm anuais. Já a evapotranspiração potencial média pode atingir a 2.500 mm ano, ocasionando elevados déficits hídricos (ZANELLA, 2014).

As fontes hídricas das regiões semiáridas são de origem superficial ou subterrânea, sendo que as superficiais apresentam uma melhor qualidade, devido a fácil diluição dos sais, e são verdadeiros depósitos de elementos químicos, que circulam no ecossistema e nos sedimentos. Contudo, as águas subterrâneas, oriundas dos lençóis freáticos, apresentam problemas na diluição dos sais, podendo ocorrer maior risco de salinidade, e essa água pode sofrer contaminação do solo por produtos químicos e dejetos de animais (SOUZA, 2017). As práticas agrícolas devem ser manipuladas, para que o sistema de produção agrícola seja o mais sustentável possível em regiões semiáridas, e uma alternativa, seria a utilização de espécies adaptadas às condições climáticas dominantes com ênfase para escassez hídrica e a temperaturas elevadas (QUEIROZ et al., 2015).

3.3. Efeito do estresse salino nas plantas

O efeito da salinidade é um problema global que afeta aproximadamente 20% das terras irrigadas e reduz significativamente a produtividade das culturas (QADIR et al., 2014), afetando negativamente o crescimento e o metabolismo vegetal (SILVA et al., 2013). Esse é um dos estresses abióticos mais comuns em regiões semiáridas, o que resulta em perdas significativas na produção agrícola (ACOSTA-MOTOS, 2017). Por ano, o setor agrícola tem prejuízos de mais de US\$ 27 bilhões, em virtude dos efeitos da salinização dos solos (QADIR et al., 2014).

Segundo Munns (2015), o principal custo econômico da salinidade é a redução da renda dos agricultores, causada pela redução na produtividade, onde geralmente as áreas que mais sofrem com a salinidade são as semiáridas e, portanto, as lavouras são sempre restringidas pela água, mas também podem ser limitadas pela concentração de sais no solo, principalmente quando as chuvas estão abaixo da média.

No território brasileiro a grande concentração de sais estar mais presente na região Nordeste, devido à baixa ocorrência de chuvas correlacionada também aos teores elevados de íons de sódio e cloro nas camadas do solo, assim, tais condições influenciam diretamente na qualidade de água de irrigação (GHEYI et al., 2016). A região Nordeste compreende valores de condutividade elétrica (CE) superiores a $0,75 \text{ dS m}^{-3}$ e percentagem de sódio acima de 60%

(GHEYI et al., 2016). Todavia, quando fornecido em baixos teores, o Na^+ exerce função benéfica, entretanto, quando presente em altas concentrações, reduz a absorção e distribuição em destaque dos íons de K^+ , Ca^{2+} e NO_3 (MAATHUIS, 2014).

De acordo com Acosta-Motos (2017), os primeiros sintomas associados ao estresse salino são apresentados nas raízes, pois o excesso de sais no solo torna o potencial osmótico deste mais negativo do que as raízes e, conseqüentemente, as forças de retenção do solo mais fortes que a retenção de água das plantas, o que ocasiona um estresse hídrico, mesmo em condições de solo com altos teores de água. Quando avaliamos a longo prazo, a salinidade induz a toxicidade do íons específicos (sódio, cloro e boro) devido a alta quantidade presente no citosol das células e o desequilíbrio nutricional, devido a competição com nutrientes importantes para o crescimento e desenvolvimento em campo. Ademais, o estresse salino também se manifesta como um estresse oxidativo no nível subcelular, mediado por espécies reativas de oxigênio (ERO's). De acordo com Pedrotti et al. (2015), a utilização de águas com a presença de alto teores de sais, podem ocasionar a toxidez de alguns elementos, como Na, B, cloretos e bicarbonatos, que causam distúrbios fisiológicos às plantas; inibindo a fotossíntese, atividades enzimáticas e proteínas síntese, que leva à clorose, necrose e prematuridade na senescência de folhas velhas (ASHRAF et al, 2019). O desequilíbrio nutricional também é um efeito deletério para as plantas, afetando a absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes para a planta, como por exemplo o excesso de Na, dificulta a absorção de K^+ e Ca^{+2} (PEDROTTI et al, 2015).

De acordo com estudos realizados, em 2050, prevê-se que mais de 50% das terras cultivadas do mundo serão salinizadas, assim sendo, é de vital interesse conhecer os mecanismos de tolerância à salinidade a fim de obter plantas com uma melhor resposta a esta estresse abiótico (ZHAN et al., 2019). Ao mesmo tempo, é necessário atingir esses objetivos com práticas agrícolas sustentáveis que permitam a obtenção de safras com maior produtividade em um panorama futuro de mudanças climáticas. Esses mecanismos de adaptação incluem morfologia, fisiologia, mudanças bioquímicas e moleculares (ACOSTA-MOTOS, 2017).

3.3.1. Estresse salino na cultura do quiabeiro

Diversos estudos têm sido realizados envolvendo o cultivo do quiabeiro em condições de salinidade, mas apesar disso, existem muitas divergências a respeito da tolerância do quiabeiro ao estresse salino, como os autores Maas & Hoffman (1977), consideravam o quiabeiro semi-tolerante, porém mais adiante Maas (1984), considerou o quiabeiro sensível à salinidade sendo a sua salinidade limiar inferior a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, do mesmo modo Bresler et al. (2012) considera o quiabeiro sensível à salinidade.

Uma vez que está malvacea é frequentemente cultivada sob irrigação, especialmente onde verões secos são mais comuns, podem ser submetidos ao estresse salino (HABIB et al., 2016). Altos níveis de salinidade prejudicam germinação e emergência de sementes de quiabo (YAKOUBI et al., 2019); onde em altas concentrações a germinação é ligeiramente inibida (86%) com um tempo médio mais longo de 4 dias (MIRYAM, 2015).

Um estudo realizado por Goes et al. (2020), que avaliou o efeito do estresse salino em mudas de quiabo, com o uso de substrato com a composição de 50% fibra de coco e 50% vermiculita, os efeitos nocivos da água salina foram reduzidos sobre o diâmetro de caule, altura da planta e comprimento da radícula. Santos et al. (2021), que avaliou o efeito da suplementação cálcica em água salina como agente minimizador do estresse salino em cultivares de quiabeiro, observou que a cultivar Santa Cruz 47 apresentou maior desenvolvimento vegetativo, mas a cultivar Valença foi mais precoce, apresentando maior número de colheitas e maior produção.

Pesquisa realizada por Alabdallah e Alzahrani (2020), procurou avaliar a aplicação de nanopartículas de ZnO para amenizar os efeitos prejudiciais do estresse salino na cultura do quiabeiro, e concluíram que essa aplicação aumentou os teores de pigmentos fotossintéticos e a atividade de enzimas antioxidantes, reduzindo os teores de prolina e açúcares solúveis totais nas plantas submetidas ao estresse salino.

3.4. Adubação potássica como atenuante do estresse salino

Existem múltiplas técnicas que são utilizadas para atenuar os efeitos deletérios dos sais, das quais o manejo da adubação potássica é uma prática significativa na agricultura irrigada (PRAZERES et al., 2014). O potássio normalmente está presente nos solos tropicais em quantidades deficientes, contudo, é o segundo nutriente mais absorvido e exportado pelas culturas, no qual este elemento está presente nas plantas como o cátion K^+ , desempenhando

um papel essencial na ativação de diversas enzimas no metabolismo das plantas, abertura e fechamento estomático, respiração, transpiração, fotossíntese, formação de carboidratos, controle de turgidez do tecido, dentre outras funções regulação do potencial osmótico das células vegetais (TAIZ et al., 2017). Algumas características do potássio no solo podem interferir no fornecimento deste elemento para as plantas, como a quantidade presente, o grau de disponibilidade em diferentes formas e, alguns fatores que atrapalham o deslocamento do K na solução do solo, até as raízes (CAPITULINO et al., 2016).

O potássio permite que as células-guarda absorvam maior quantidade de água, e a célula circunvizinha atua como um contra-cátion por acúmulo de ânions e processos de transportes eletrogênicos e, como resultado, gera uma pressão de turgor mais alta (LIMA et al., 2018). Altas concentrações externas de Na^+ estimulam o efluxo e reduzem a captação de K^+ e, conseqüentemente, levam ao acúmulo celular insuficiente de K^+ , prejudicando muitos processos metabólicos importantes nas células (WANG et al., 2017).

Além disso, o potássio está envolvido na ativação da síntese de amido, fosfato, sacarose e outras enzimas e no transporte de carboidratos. Sob estresse salino, o K^+ ajuda a manter a homeostase iônica e melhora a defesa antioxidante das plantas, protegendo-a do estresse oxidativo (HASANUZZAMAN et al., 2018). Contudo, alguns autores enfatizam a importância de definir a dose de adubação potássica correta, tendo em vista que doses elevadas podem causar danos nas plantas e menores podem ser insuficientes para a mitigação dos efeitos negativos dos sais (RIBEIRO et al., 2020).

Dessa forma, são necessários estudos com adubação potássica para atenuar o estresse salino na cultura do quiabeiro, de forma a identificar a sua dose adequada, como a pesquisa realizada por Nascimento et al. (2017), que estudou o crescimento e produção de matéria seca de quiabeiro, submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes doses de adubação nitrogenada em ambiente protegido e, constatou que, a salinidade afetou negativamente os parâmetros biométricos altura de planta e o diâmetro do caule, além de reduções na produção de matéria seca de folhas, caules e raízes do quiabeiro.

Sales (2020), que tinha como objetivo avaliar o crescimento e as trocas gasosas do quiabeiro cultivado com águas de distintas salinidades e adubação com combinações de nitrogênio-potássio, constatou que a salinidade da água a partir de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ diminui a transpiração, a condutância estomática, a taxa de assimilação de CO_2 e a eficiência instantânea da carboxilação do quiabeiro, independente das combinações de N e K, e que

adubação (40% N + 40% de K₂O) possibilita o uso de água com salinidade de 1,7 dS m⁻¹ com menor redução no crescimento em altura de plantas e diâmetro de caule.

Em experimento realizado por Saheed & Qader (2020), foi observado que a combinação de potássio e ácido ascórbico, em que foram realizadas aplicações de três doses de potássio (0, 200 e 400 ppm) e três níveis de aplicação foliar de ácido ascórbico (0, 100 e 200 ppm), e é demonstrado que aumentam a tolerância do quiabo à salinidade, com acréscimos na altura da planta, número de folhas, teor de água da parte aérea, teor de proteína e prolina das folhas, teores de minerais como nitrogênio e teor de sódio das folhas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área experimental

O experimento foi realizado em campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizada no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" S e 37°48'01" W e altitude de 194 m. O clima da região segundo classificação de Köppen é AW' (quente e úmido), com precipitação média anual de 431,8 mm e temperatura média anual de 28 °C (EMBRAPA, 2006).

4.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 × 5 referentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,3; 2,3, 3,3 e 4,3 dS m⁻¹), em que a menor condutividade elétrica é oriunda do sistema público de abastecimento de água da cidade de Pombal-PB e cinco doses de adubação potássica (K1-50%; K2-75%; K3-100%; K4-125% e K5-150% de K₂O), conforme a indicação de adubação potássica para ensaios em vaso, conforme Novais et al. (1991). A combinação entre os fatores resultou em 25 tratamentos, com três repetições e uma planta por parcela.

4.3. Unidade experimental

Plantas de quiabo, cv. Santa Cruz 47, foram cultivadas em recipientes plásticos (lisímetros adaptados) com aproximadamente 20 L de capacidade (35 cm de altura × 31 cm de diâmetro superior × 20 cm de diâmetro inferior), onde foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1 m e 0,6 m entre plantas na fileira. Cada lisímetro recebeu, em sua base, uma manta geotêxtil para evitar a perda de material do solo, e preenchida com uma camada de brita de 3 cm de espessura. Uma mangueira transparente foi conectada à base de cada lisímetro para facilitar a drenagem, onde esta foi acoplada a um recipiente de 2,0 L para coletar a água drenada. Em seguida, cada recipiente foi preenchido com 24,5 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico, de textura franco-arenosa (coletada a 0-20 cm de profundidade), com classificação textural de areia argilosa, previamente triturada para desagregação dos torrões e peneirada, cujas características físicas e químicas foram determinados antes da semeadura (Tabela 1) foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017).

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

Características químicas								
pH H ₂ O (1:2,5)	M.O. g kg ⁻¹	P (mg Kg ⁻¹)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0	8,61
Características químicas.....				Características físicas.....				
CE	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag Kg ⁻¹)	
(ds m ⁻¹)	cmol _c kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	%	Areia	Silte	Argila	33,42 Kpa ¹	1519,5 KPa ²
2,15	22,33	0,67	7,34	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH - Potencial de hidrogênio, M.O. - Matéria orgânica: Walkley-Black Wet Digestion; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraída com 1 M KCl a pH 7,0; N / D⁺ e K⁺ extraído com 1 M NH OAc a pH 7,0; Al³⁺ + H⁺ extraída com CaOAc 0,5 M a pH 7,0; CE extrato de saturação; CEC - capacidade de troca catiônica; SAR - Razão de adsorção de sódio do extrato de saturação; ESP - porcentagem de sódio trocável; 1 capacidade de campo; 2 ponto de murcha permanente.

4.4. Manejo da adubação

A adubação de cobertura com nitrogênio e potássio foi realizada conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), colocando-se as quantidades de 100 e 300 mg kg⁻¹ de solo de nitrogênio e fósforo, respectivamente, nas formas de ureia e fosfato monoamônico (MAP); aplicados via água de irrigação, aos 20, 30 e 40 dias após a semeadura (DAS). O fator adubação potássica foi parcelado em quatro aplicações via fertirrigação, em intervalos de dez dias a partir dos 20 DAS, sendo aplicados por recipiente no tratamento K3 (150 mg K₂O kg⁻¹ de solo) utilizando cloreto de potássio, a quantidade de adubo nos demais tratamentos foi calculada conforme a dose K3, com as seguintes quantidade correspondentes K1 - 75; K2 - 112,5; K4 - 187,5 e K5 - 225 mg de K₂O kg⁻¹ do solo.

4.5. Semeadura

A semeadura foi realizada utilizando-se 5 sementes da cultivar Santa Cruz 47 por lisímetro (recipiente) a 3 cm de profundidade, com umidade do solo em nível de capacidade de campo em todas as unidades experimentais, com água de baixa salinidade (0,3 dS m⁻¹) até a emissão da primeira folha verdadeira, quando começaram a ser aplicados os tratamentos. Aos 30 DAS foi realizado o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por vaso.

4.6. Preparo das águas e manejo da irrigação

A água de menor condutividade elétrica (0,3 dS m⁻¹) foi obtida do sistema público de abastecimento de Pombal-PB e, nos demais níveis, a água foi preparada de modo a obter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, considerando a relação

entre condutividade elétrica da água e a concentração de sais (RICHARDS, 1954), conforme a Equação 1:

$$C(\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}) = 10 \times \text{CEa} (\text{dS m}^{-1}) \quad (1)$$

Em que:

C = concentração de sais a ser aplicado ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$); e,

CEa = condutividade elétrica da água (dS m^{-1})

Antes da semeadura elevou-se o teor de umidade do solo ao nível correspondente a capacidade máxima de retenção de água, sendo as irrigações realizadas diariamente com água de baixa condutividade elétrica ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) até a emissão da primeira folha definitiva (17 DAS), quando se iniciou a aplicação dos tratamentos com os diferentes níveis salinos, com turno de rega de um dia, cuja lâmina aplicada foi determinada com base no balanço hídrico de forma a repor o consumo médio diário das plantas e uma fração de lixiviação a cada 15 dias, dividindo-se o valor do volume a ser aplicado (mL) por 0,9 para obter uma fração de lixiviação correspondente a 10%, visando promover a lixiviação do excesso de sais na zona radicular, provenientes da água de irrigação (Eq. 2):

$$\text{VC} = \frac{\text{VA} - \text{VD}}{1 - \text{FL}} \quad (1)$$

Em que:

VC - volume consumido (L),

VA - volume de água aplicado às plantas no dia anterior;

VD - volume drenado, quantificado na manhã do dia seguinte e

FL - fração de lixiviação

4.7. Tratos culturais

Foram realizados capinas manuais para o controle das plantas daninhas para evitar competição interespecífica por água e nutrientes com o quiabeiro. Realizou-se o uso de produtos fitossanitários, sendo realizadas pulverizações com produtos químicos, como fungicidas e inseticidas para o controle de mosca branca e pulgões, com a utilização do pulverizador costal manual.

4.8. Variáveis analisadas

4.8.1 Crescimento

O crescimento do quiabeiro foi mensurado aos 75 DAS, sendo determinados:

a) Número de folhas - NF: por contagem simples, onde foram consideradas as folhas maduras com comprimento superior a 3 cm e com coloração característica da cultivar.

b) Área foliar – AF (cm²): determinada com o auxílio de uma régua graduada, sendo o somatório da área foliar da planta mensurado de acordo com a metodologia estabelecida por Fideles Filho et al. (2010), conforme Eq. 3:

$$AF = \sum 0,7254 (x)^{2,08922} \quad (3)$$

Em que:

AF - área foliar por planta (cm²);

x - comprimento da nervura principal da respectiva folha (cm);

c) Altura da planta – AP (cm): medindo-se do nível do solo (colo da planta) até a gema apical do ramo principal.

d) Diâmetro do caule – DC (mm): determinado a 2 cm do solo, com uso de paquímetro digital.

4.8.2. Produção de fitomassas

Aos 82 DAS, coletaram-se as plantas, separando-as em folhas, caules e raízes, para serem acondicionadas as partes em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar, mantida a 65 °C, até peso constante e, posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão de 0,0001 g, obtendo-se a fitomassa seca de folhas – FSF (g), de caule – FSC (g) e de raízes - FSR (g), cujo somatório da FSF, FSC e a FSR resultou na fitomassa seca da total – FST (g).

4.8.3. Componentes de produção

Aos 59 DAS iniciaram as colheitas dos frutos, manualmente, à medida que se mostravam com a coloração verde típica dos frutos maduros, durante um período de 23 dias e, na ocasião de cada colheita, foram determinados o diâmetro médio do fruto (DFr), o comprimento médio do fruto (CFr) e a massa total de frutos (MFr). O DFr foi determinado com auxílio de um paquímetro na porção mediana do fruto, o CFr foi medido a partir da ponta do fruto até o seu ponto de inserção do pedúnculo e a MFr foi determinado com o auxílio da balança de precisão.

4.9. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (teste de Shapiro-Wilk) ao nível de 0,05 de probabilidade e posteriormente foi realizada análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão

linear e quadrática, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019). A escolha do modelo de regressão (linear ou quadrática) foi feita pela significância dos coeficientes de determinação. Em caso de significância da interação entre fatores, foi utilizado o software TableCurve 3D para a elaboração das superfícies de resposta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme Tabela 2, ocorreu efeito significativo para a interação entre fatores condutividade elétrica da água de irrigação e doses de potássio (CEa × DK) para número de folhas (NF) e área foliar (AF) das plantas de quiabeiro. Para o fator condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) houve efeito significativo para todas as variáveis de crescimento estudadas. Já com relação às doses de potássio (DK), observa-se efeito significativo apenas para número de folhas e área foliar.

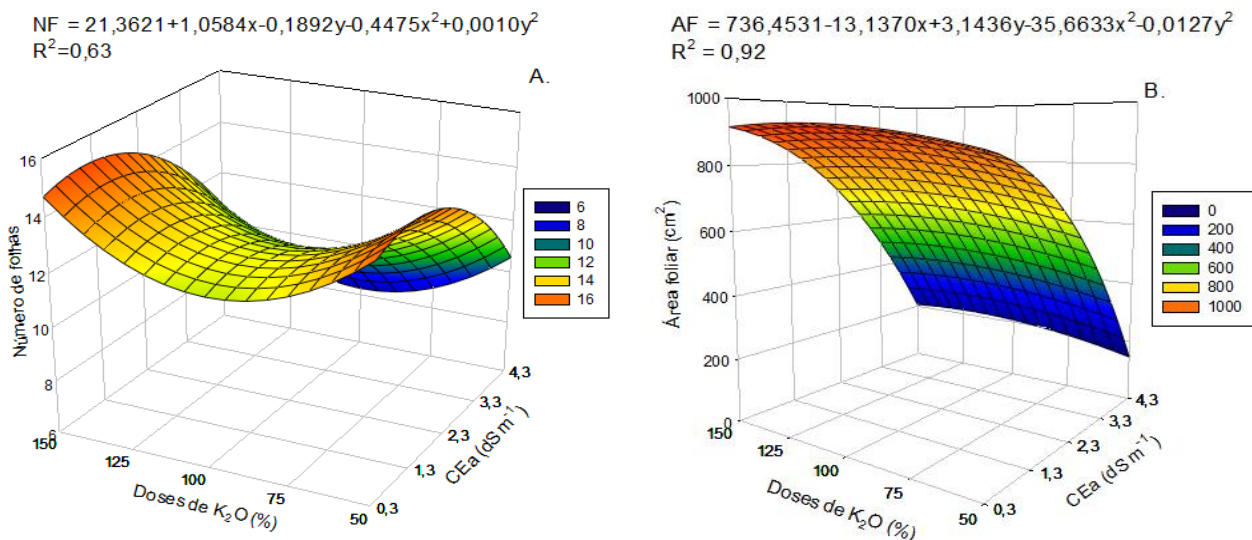
Tabela 2. Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) de plantas de quiabeiro cultivadas com águas salinas e adubação potássica, aos 75 dias após a semeadura.

FV	GL	Quadrados médios			
		NF	AF	AP	DC
CEa	4	22,366*	1271950,412**	369,438**	13,027**
Reg. linear	1	86,640**	4709327,470**	1426,041**	51,263**
Reg. quadrática	1	0,685 ^{ns}	267089,836**	6,696*	0,271 ^{ns}
DK	4	19,166*	19667,331*	4,930 ^{ns}	1,178 ^{ns}
Reg. linear	1	0,166 ^{ns}	34906,948**	0,375 ^{ns}	4,379*
Reg. quadrática	1	74,404**	13161,775*	9,429*	0,033 ^{ns}
CEa × DK	16	30,616**	40743,215**	9,552 ^{ns}	1,196 ^{ns}
Bloco	2	5,173 ^{ns}	14284,538*	14,463*	0,358 ^{ns}
Resíduo	48	12,006	9834,032	10,973	1,609
CV (%)	-	28,10	16,04	10,86	13,16

FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CEa – Condutividade elétrica da água; DK – Doses de potássio; CEa x DK - Interação entre a condutividade elétrica da água e doses de potássio; CV - Coeficiente de variação; (*) significativo a 0,05; (**) significativo a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo.

Observa-se que a variável número de folhas (NF) das plantas de quiabeiro cv. ‘Santa Cruz’ mostraram maiores valores quando foram irrigadas com água de condutividade elétrica de 1,3 dS m⁻¹ em combinação com a dose de 150% de K₂O, com valor de 16,10 folhas, contudo o menor valor foi constatado quando aplicado o nível mais alto de salinidade (4,3 dS m⁻¹) combinado com 100% de K₂O, contendo 8,71 folhas nas plantas, representando uma redução dos valores extremos de 45,85% do número de folhas das plantas do quiabeiro, quando comparado ao maior valor (Figura 1A). Quando a planta é submetida a algum estresse abiótico, como o estresse salino, ela reduz a emissão de folhas para conseguir crescer e se desenvolver (ZANETTI et al., 2019), dessa forma, as plantas diminuem a absorção da água contendo os íons Na⁺, Cl⁻ e B em condições de estresse, como forma de amenizar o efeito iônico de toxidez por esses íons, e o efeito osmótico que desencadeia diversos processos

fisiológicos que podem culminar em um estresse hídrico, reduzindo assim a perda de água pela transpiração, servindo como um meio de defesa da planta (LACERDA et al., 2021).



X e Y – Condutividade elétrica da água- CEa e doses de potássio, respectivamente; * e ** Significativo a $p \leq 0,05$ e $0,01$ respectivamente.

Figura 1. Número de folhas (A) e área foliar (B) do quiabeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de potássio.

Constatou-se na Figura 1B, que a área foliar do quiabeiro apresentou o menor valor desta variável ($145,97 \text{ cm}^2$) quando as plantas foram submetidas a maior salinidade ($4,3 \text{ dS m}^{-1}$) e aplicado a menor dose de K_2O (50%), representado uma redução de 84,19% em termos absolutos ($777,83 \text{ cm}^2$), enquanto o maior valor encontrado de $923,814 \text{ cm}^2$, quando aplicado água salinidade de $0,3 \text{ dSm}^{-1}$ e, adubação de K_2O a 125%. Em estudo realizado por Modesto et al. (2019) com salinidade na cultura do quiabeiro, em condições hidropônicas, submetidas a sete níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CE_{sol} 2,08; 4,47; 7,90; 9,46; 12,84; 14,82; $18,61 \text{ dS m}^{-1}$) demonstra que as variáveis número de folhas e área foliar, foram as mais afetadas pelos efeitos das águas salinas na cultura do quiabeiro, com reduções de 5,85% e 6,45%, respectivamente, para cada 1 dS m^{-1} de elevação da CE_{sol} . Isso ocorre por que os íons do sódio NaCl que afetam o metabolismo da planta, como a oxidação de proteínas, ácidos nucleicos e lipídeos, tem reflexos no seu crescimento e a sua senescência é antecipada (MODESTO et al. 2019). Esses resultados, demonstram que as folhas são órgãos bem sensíveis ao estresse causado pela água de irrigação com elevados teores de sais (até $4,3 \text{ dS m}^{-1}$), pois Lima et al. (2015) explica que esses efeitos deletérios nas folhas ocorrem, devido a uma maior aceleração da senescência das folhas em virtude de uma oscilação nutricional,

hídrica e hormonal, sucedendo assim pelo fechamento dos estômatos e redução na transpiração, interferindo de maneira direta em um menor crescimento da planta.

Verifica-se na Figura 2A, que houve decréscimo linear da variável altura de plantas (AP) do quiabeiro em função do incremento dos níveis salinos, apresentando uma redução de 8,19% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), no qual as plantas irrigadas com o menor nível salino de 0,3 dS m⁻¹, obtiveram 36,38 cm, e para as plantas irrigadas com o maior nível salino (4,3 dS m⁻¹), obtiveram 24,34 cm, havendo uma redução de 50,65% da altura de plantas entre o maior e menor valor. O acúmulo de sais no solo, fornecidos pela água de irrigação, reduz o potencial osmótico do solo, assim os estômatos se fecham e conseqüentemente, há uma queda na transpiração, fazendo com que ocorra menor absorção de água e assim ocorra uma inibição na divisão e no alongamento das células e, em decorrência a esses efeitos, decréscimos no crescimento das plantas de quiabeiro (LIMA, et al 2014; NASCIMENTO, et al 2017).

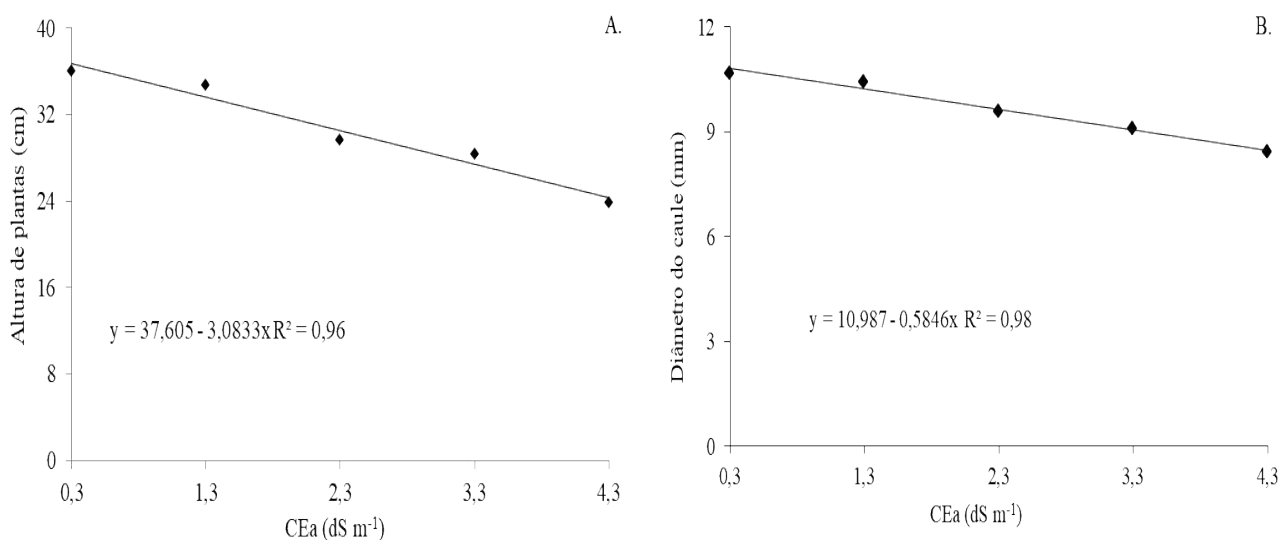


Figura 2. Altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) do quiabeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa.

Observou-se um comportamento linear decrescente do diâmetro do caule (DC) das plantas de quiabeiro em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), com redução de 5,31% no DC por aumento unitário da CEa. Quando comparado o maior (CEa de 0,3 dS m⁻¹) e o menor valor encontrado (CEa de 4,3 dS m⁻¹), constata-se um decréscimo de 27,59%, havendo uma diminuição de 2,33 mm em termos absolutos (Figura 2B). Corroborando com o presente estudo, Sousa, et al. (2020), avaliou as características morfológicas das plantas de quiabeiro submetidas ao estresse salino (1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS

m⁻¹) e constatou que também houveram reduções do diâmetro do caule próximas aos deste estudo, reduzindo 16,7% com o aumento das concentrações de sais.

Verifica-se efeito significativo para a interação entre níveis salinos e doses de potássio (CEa × DK) para fitomassa seca das folhas (FSF), caule (FSC), raízes (FSR), total (FST), diâmetro médio dos frutos (Dfrut) e massa total de frutos (Mfrut). De maneira isolada, os níveis salinos (CEa) e as doses de potássio (DK) influenciaram todas as variáveis estudadas.

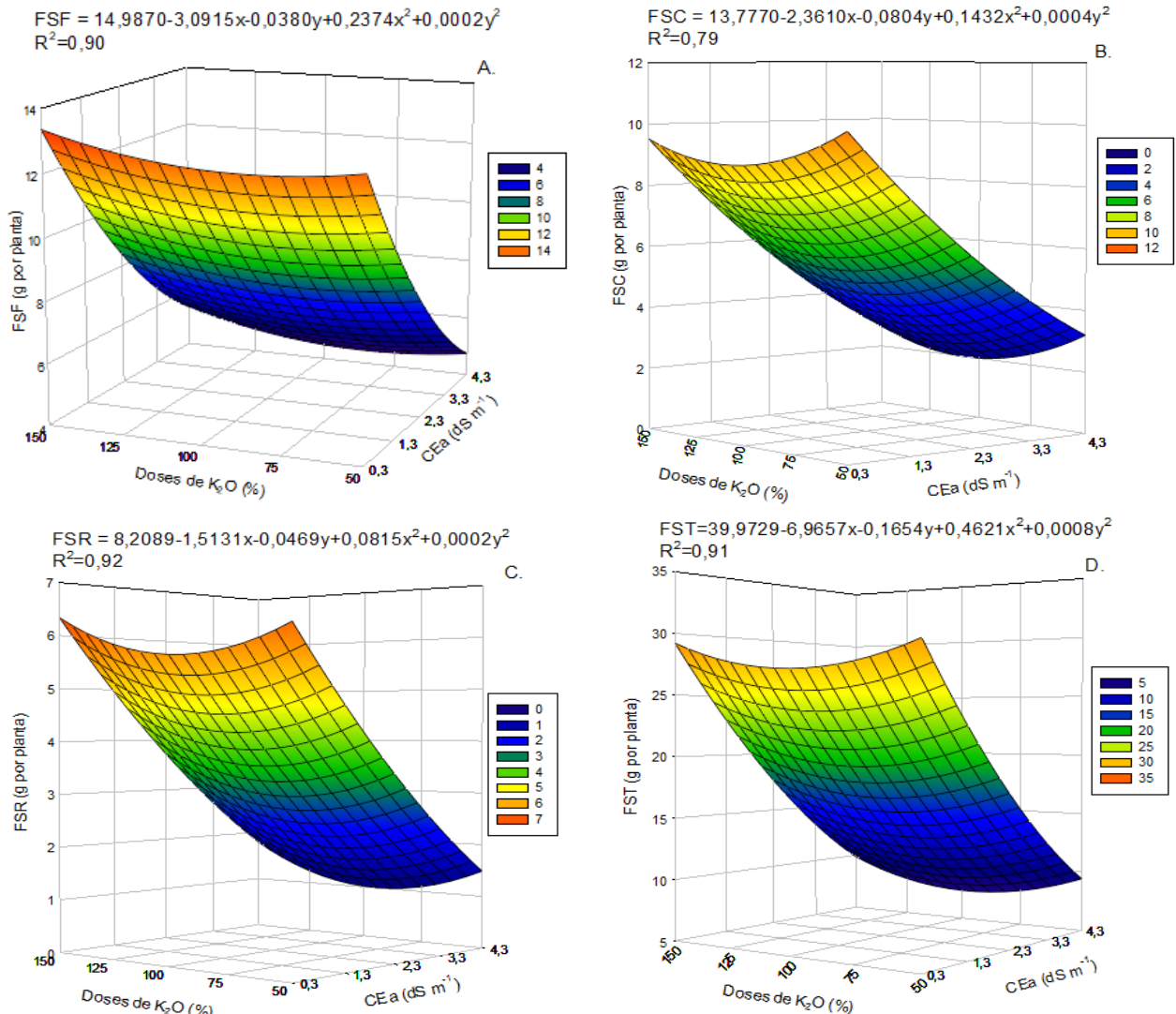
Tabela 3. Resumo da análise de variância para fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca das raízes (FSR), fitomassa seca total (FST), comprimento médio de frutos (Cfrut), diâmetro médio de fruto (Dfrut) e massa total de frutos (Mfrut) do quiabeiro cultivadas com águas salinas e adubação potássica, aos 80 dias após o semeadura.

FV	GL	Quadrados médios						
		FSF	FSC	FSR	FST	Cfrut	Dfrut	Mfrut
CEa	4	163,432**	111,309**	49,084**	912,061**	23,028**	6,754**	6030,386*
Reg. linear	1	599,720**	434,588**	194,302**	3513,549**	84,030**	24,088**	16809,509**
Reg. quadrática	1	11,833**	4,308*	1,395*	44,850**	6,593**	0,762*	6867,889*
DK	4	4,534*	13,699**	2,198**	41,665**	4,835 ^{ns}	0,724*	7610,206*
Reg. linear	1	3,666*	2,225*	0,843*	1,799 ^{ns}	3,016 ^{ns}	0,503*	2106,600*
Reg. quadrática	1	4,013*	11,710**	5,113**	59,084**	2,814 ^{ns}	2,306**	250,745 ^{ns}
CEa × DK	16	4,786**	13,089**	1,771**	31,851**	1,068 ^{ns}	1,288**	2428,439*
Bloco	2	2,242 ^{ns}	1,330 ^{ns}	1,0531*	1,832 ^{ns}	20,633**	30,306**	34400,050**
Resíduo	48	2,578	2,076	0,599	8,712	1,437	0,671	3880,379
CV (%)	-	19,35	25,74	22,51	17,03	7,87	4,54	48,23

FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CEa – Condutividade Elétrica da Água; DK – Doses de potássio; CEa x DK - Interação entre a condutividade elétrica da água e doses de potássio; CV - Coeficiente de variação; (*) significativo a 0,05; (**) significativo a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo.

De acordo com a Figura 3A, os dados para fitomassa seca das folhas (FSF) mostraram os menores valores quando as plantas foram submetidas à irrigação com condutividade elétrica da água (CEa) de 4,3 dS m⁻¹ e adubação de K₂O a 50%, em que o menor valor observado foi de 4,28 g por planta, já o maior valor encontrado foi de 12,88 g de FSF por planta, quando foram irrigadas com menor nível salino (0,3 dS m⁻¹) e na maior dose de K₂O (150%), representando uma redução em termos absolutos de 8,6 g por planta, ou seja, decréscimo de 66,74% da FSF. Estes resultados estão relacionados com as respostas das variáveis número de folhas e área foliar (Figuras 1A e B), onde constatou-se médias inferiores dessas variáveis para plantas que receberam irrigação com CEa de 4,3 dS m⁻¹, refletiu diretamente na FSF. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2017), que avaliou a fitomassa seca da berinjela fertirrigada com diferentes relações K/Ca (F1= 1,5:1;

F2= 1,25:1; F3= 1:1; F4= 1:1,25; F5= 1:1,5) e submetida ao estresse salino (S₁- 0,5; S₂- 2,0; S₃- 3,5; e S₄- 5,0 dS m⁻¹), e verificou que a fitomassa seca das folhas teve uma redução total de 76,47% em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.



X e Y – Condutividade elétrica da água- CEa e doses de potássio, respectivamente; * e ** Significativo a p ≤ 0,05 e 0,01 respectivamente.

Figura 3. Fitomassa de seca de folhas - FSF (A), fitomassa seca de caule - FSC (B), fitomassa seca de raízes - FSR (C) e fitomassa seca total - FST (D) do quiabeiro, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de potássio.

Seguindo as mesmas tendências de FSF, a fitomassa seca do caule (FSC) das plantas de quiabeiro submetidas à condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de 4,3 dS m⁻¹ apresentaram menores médias, com valor de 2,23 g por planta, quando estas foram adubadas com 100% de K₂O. Já o maior valor encontrado foi de 10,06 g por planta em plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹ e adubadas com 50% de K₂O. Esse valor maior representa um acréscimo de 77,81% na FSC em relação ao menor valor encontrado. Comparando-se ao

estudo realizado por Lopes (2021), com a cultura do quiabeiro sob irrigação com níveis salinos (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹) e o uso de peróxido de hidrogênio como mitigador do estresse salino, verificou-se que o maior valor da FSC foi de 25,95 g por planta, em plantas que receberam irrigação com CEa de 0,3 dS m⁻¹. Outras hortaliças também são afetadas pela salinidade, como o caso do tomate cereja, que foi estudado por Silva et al. (2022), que consiste no tratamento com dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,6 e 2,6 dS m⁻¹) e quatro métodos de aplicação de ácido salicílico (M1= Testemunha - sem aplicação de AS, M2= via pulverização, M3= via irrigação e M4= pulverização e irrigação) mostra que houve uma superioridade de fitomassa seca do caule das plantas, de 10,72 g/planta⁻¹, com as plantas que foram sujeitas ao nível salino mais baixo (0,6 dS m⁻¹).

De acordo com a Figura 3C, observa-se que a variável fitomassa seca da raiz (FSR) apresentou o maior valor de 5,91 g por planta, sendo este correspondente ao tratamento com aplicação de menor valor de salinidade (0,3 dS m⁻¹) combinado com a dose de 50% de K₂O, contrastando, o menor valor encontrado foi de 0,47 g de FSR por planta, em plantas de quiabeiro submetidas ao nível salino de 4,3 dS m⁻¹ e adubadas com 125% de K₂O, representando uma perda de 92,02% da FSR, quando comparado o menor com o maior valor. Esta redução no sistema radicular da planta pode ser explicado como um mecanismo de aclimatação do quiabeiro, favorecendo a menor absorção de íons tóxicos, reduzindo o acúmulo de íons específicos como Na⁺, Cl⁻ e B no citosol das células e evitando, com isso, a toxicidade desses íons responsáveis pela degradação e desnaturação de proteínas, aminoácidos e compostos orgânicos importantes em diversos processos fisiológicos a nível celular (FIGUEIREDO et al., 2014). Estudo realizado por Silva et al. (2021) com mudas de graviola submetidas a estresse salino, verificaram perdas de teores de fitomassa seca das raízes de 36,16% (0,64 g por planta⁻¹), quando irrigadas com nível de salinidade mais elevado (3,0 dS m⁻¹).

Com relação a variável fitomassa seca total (FST) das plantas de quiabeiro, verificou-se que quando as plantas receberam irrigação com CEa de 0,3 dS m⁻¹ e adubadas com 50% de K₂O, o valor encontrado foi de 31,65 g por planta, sendo este o maior valor apresentado que, quando comparado ao menor valor (10,02 g por planta), verificado em plantas irrigadas com o maior nível salino (4,3 dS m⁻¹) e a dose de potássio de 100%, houve uma redução de 68,33%. Esta redução pode ser atribuída ao fato de que a planta, para ajustar-se osmoticamente, gastando energia para acumular açúcares, ácidos orgânicos e íons no vacúolo, energia que poderia ser usada no acúmulo de fitomassa (SOUZA et al, 2016). Estudo

realizado por Bonifácio et al. (2018) com porta enxertos de goiabeira sob efeitos de salinidade e aplicação de adubação potássica, mostrou que houve um aumento da fitomassa seca total de 34,81% (3,5 g por planta) em plantas irrigadas com CEa de 3,5 dS m⁻¹ quando comparadas com as plantas irrigadas com salinidade de 0,3 dS m⁻¹.

Houve uma redução da variável comprimento médio de fruto (Cfr) de 21,80% quando comparado o maior (4,3 dS m⁻¹) e menor nível salino (0,3 dS m⁻¹), apresentando uma perda de 2,99 cm de Cfr em termos absolutos e uma redução de 4,41% por aumento unitário da CEa (Figura 4). A redução do comprimento do fruto do quiabeiro pode ser explicada pelos altos teores de salinidade na zona da raiz, causando efeitos deletérios a fotossíntese e respiração da planta, ocorrendo um menor crescimento celular, e causando danos na membrana celular, resultando em uma menor absorção de nutrientes aos tecidos vegetais (AYUB et al., 2021). O efeito iônico causado pela salinidade ocasiona, além da toxidez de íons específicos, competição desses íons com nutrientes essenciais a produção de quiabeiro, pois devido ao aumento desses sais, a absorção é prejudicada e, conseqüentemente, o tamanho dos frutos e quando as concentrações de nutrientes necessários às plantas, como o potássio são aumentadas no solo, através da fertilização, a disponibilidade destes nutrientes para as plantas também aumenta, reduzindo o desequilíbrio e, conseqüentemente, reduzindo os efeitos da salinidade (SILVA et al. 2022). Segundo Souza et al. (2017), frutos de quiabeiro ‘Speedy’ em função de doses de fósforo (0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅), obtiveram valores semelhantes aos deste estudo, com tamanho máximo dos frutos de 17,5 cm.

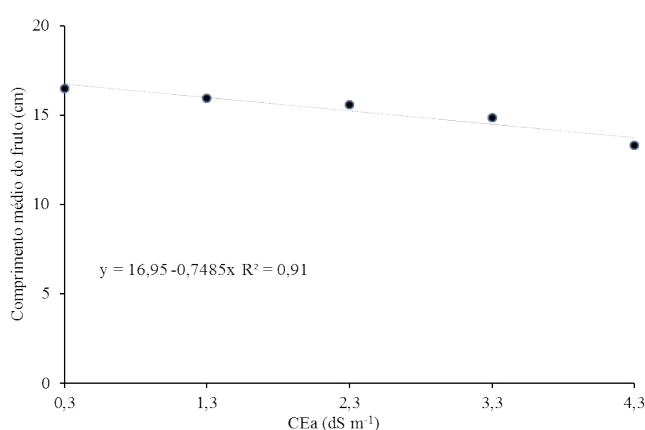
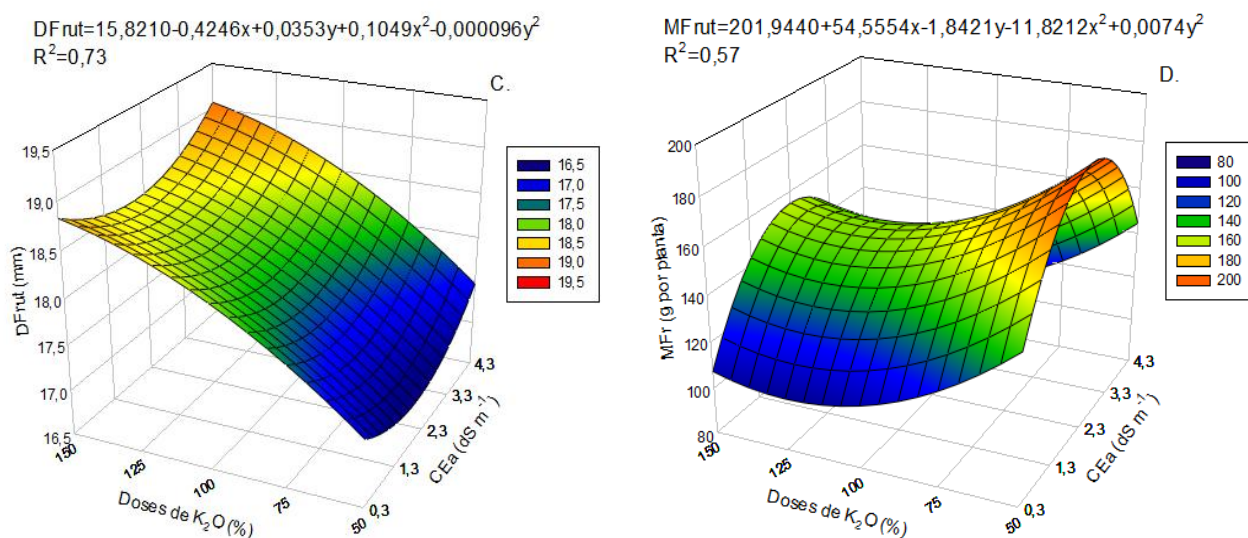


Figura 4. Comprimento médio de frutos - Cfr do quiabeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa.

Observou-se que, para variável diâmetro médio de frutos (DFr), foi encontrado o maior valor de 19,06 mm no tratamento com o maior nível salino (4,3 dS m⁻¹) e com

aplicação de adubação potássica de 150% da dose. Em contraste, o menor valor encontrado foi de 16,92 mm, no tratamento com águas com condutividade elétrica de 2,3 dS m⁻¹, representando uma redução de 11, 25% do DFr do quiabeiro ‘Santa Cruz 47’ em comparação ao maior valor encontrado (Figura 5A). Essa resposta no DFr ocorreu em virtude do produto das restrições ocasionadas nas trocas gasosas e do declínio da translocação de fotoassimilados, em decorrência do entrave na absorção de água e nutrientes para a planta, acarretando competição nos sítios de absorção de Na⁺ e K⁺, delimitando o crescimento dos frutos (LACERDA et al, 2022). Um experimento realizado por Oliveira et al. (2014) com objetivo de avaliar a interação de níveis de salinidade da água de irrigação associada a doses de nitrogênio (0,5; 2, 4 e 6 dS m⁻¹ – CEa e 5, 10, 15, 20, 25 e 30 g planta⁻¹ – Doses de N) sobre a produção de frutos de berinjela, constatou que os menores valores encontrados de diâmetro médio de frutos (60 mm), ocorreram quando as plantas foram irrigadas com maior nível salino (6 dS m⁻¹). Contudo, foi verificado em um estudo realizado com objetivo de avaliar a qualidade do quiabeiro, submetido a diferentes níveis de condutividade elétrica em sistema hidropônico, em que os níveis salinos eram de 2,08; 4,47; 7,90; 9,46; 12,84; 14,82 e 18,61dS m⁻¹, demonstraram que a média do diâmetro médio do fruto foi de 14,82 mm, e não houve significantes perdas nessa variável, salientando que os frutos do quiabeiro apresentam um certo nível de tolerância aos efeitos da salinidade (MODESTO et al. 2019).



X e Y – Condutividade elétrica da água- CEa e doses de potássio, respectivamente; * e ** Significativo a p ≤ 0,05 e 0,01 respectivamente.

Figura 5. Diâmetro médio de frutos DFr (A) e Massa total de frutos - MFr (B) do quiabeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e doses de potássio (%).

Constatou-se que plantas de quiabeiro irrigadas com CEa de 2,3 dS m⁻¹ e adubação potássica de 50%, obtiveram as maiores médias de massa total dos frutos (MFr) (191,28 g por planta), diferindo das demais combinações. E comparando esses maiores valores, com as menores médias de MFr encontradas (102,60 g por planta), que foram submetidas a menor salinidade (0,3 dS m⁻¹) e adubação de 125% de K₂O, observa-se um acréscimo da MFr de 46,35%. Tais resultados diferem dos apresentados pelas variáveis anteriores de crescimento e fitomassas, que apresentaram melhores médias quando as plantas receberam irrigação com água de baixa salinidade, pois para MFr, observa-se que irrigação com CEa até 2,3 dS m⁻¹ pode aumentar a massa dos frutos, possivelmente, essa resposta da planta pode estar relacionada ao fato de que o Na⁺ em quantidades adequadas funciona como um osmorregulador, substituindo o potássio e resultando numa utilização mais eficiente da água (SILVA et al, 2022). Corroborando com este estudo, pesquisa realizada com armazenamento de frutos de quiabo irrigados com diferentes lâminas de águas salinas, foi constatado que em todos os tratamentos aplicados, os frutos do quiabeiro perderam massa média de frutos, a partir da salinidade 2,5 dS m⁻¹ (NASCIMENTO et al, 2013). Outro experimento realizado com maracujazeiro submetido a condições salinas em combinação com biofertilizante bovino (de 0,35 e 4,00 dS m⁻¹), ao solo sem e com biofertilizante bovino e cloreto de potássio convencional (KCl) e revestido com polímeros orgânicos fornecidos mensalmente), mostrou que o valor médio da massa média de frutos foi de 200,92 g por planta, em decorrência do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (SOUZA et al, 2018).

6. CONCLUSÕES

A irrigação com água com condutividade elétrica de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ reduz drasticamente o crescimento, as fitomassas e comprimento do fruto de quiabeiro.

A dose de 150% de K_2O proporcionou maiores diâmetros em frutos de quiabeiro irrigados com água de condutividade elétrica de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$.

A massa total de frutos de quiabeiro foi superior para plantas que receberam irrigação com água de condutividade elétrica de $2,3 \text{ dS m}^{-1}$ e adubação com dose de 50% de K_2O .

A irrigação com água de baixa salinidade ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) combinada com a dose de 50% de potássio proporcionou maiores valores para as fitomassas secas de caule, raízes e total das plantas de quiabeiro.

A dose de 150% de potássio proporcionou um maior número de folhas em plantas de quiabeiro que receberam irrigação com água de baixa salinidade ($1,3 \text{ dS m}^{-1}$).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-MOTOS, J.; ORTUÑO, M.; BERNAL-VICENTE, A.; DIAZ-VIVANCOS, P.; SANCHEZ-BLANCO, M.; HERNANDEZ, J. Plant Responses to Salt Stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, v. 7, n. 1, p. 1-18, 2017.
- ALABDALLAH, N. M.; ALZHRANI, H. S. The potential mitigation effect of ZnO nanoparticles on [*Abelmoschus esculentus* L. Moench] metabolism under salt stress conditions. *Saudi Journal Of Biological Sciences*, v. 27, n. 11, p. 3132-3137, 2020.
- ALVES, F. A. T. Solução nutritiva salina enriquecida com potássio no cultivo de pepineiro em substrato. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.
- ASHRAF, M. A.; ASMA, H. F.; IQBAL, M. Exogenous menadione sodium bisulfite mitigates specific ion toxicity and oxidative damage in salinity-stressed okra (*Abelmoschus esculentus* Moench). *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 41, n. 12, p. 1-12, 2019.
- AYUB, Q.; KHAN, S. M.; HUSSAIN, I.; GURMANI, A. R.; NAVEED, K.; MEHMOOD, A.; ALI, S.; AHMAD, T.; HAQ, N. U.; HUSSAIN, A. Mitigating the adverse effects of NaCl salinity on pod yield and ionic attributes of okra plants by silicon and gibberellic acid application. *Italus Hortus*, v. 28, n. 1, p. 1-59, 2021.
- BONIFÁCIO, B. F.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S de; SOUSA, L. de P.; PINHEIRO, F. W. A.; BARBOSA, J. L.; SILVA, E. M. da. Effect of salinity and potassium on phytomass and quality of guava rootstocks. *Journal of Agricultural Science*; v. 10, n. 2, p. 308-317, 2018.
- BRESLER, E.; MCNEAL, B. L.; CARTER, D. L. Saline and sodic soils: principles-dynamics-modeling. Springer Science & Business Media, 2012.
- CAPITULINO, J. D.; SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; FARIAS, M. S. S. de; NASCIMENTO, H. M. do; SOARES, L. A. dos A. Crescimento e componentes de produção do algodoeiro colorido submetido ao estresse salino e adubação potássica. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 4, p. 1-182, 2016.
- CORDEIRO, C. J. X.; OLIVEIRA, F. de A. de; LEITE NETO, J. de S.; OLIVEIRA, M. K. T. de; ALVES, F. A. T.; MIRANDA, F. A. da C. Cultivo de rúcula em fibra de coco utilizando solução nutritiva salinizada enriquecida com nitrato de potássio. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 13, n. 1, p. 3212-3225, 2019.
- COSTA, K. D. da S.; NASCIMENTO, M. R.; MARIA, A. Melhoramento do quiabeiro quanto à precocidade, produção e qualidade: uma revisão de literatura, XXI Encontro

- Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba, 2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2º Ed. 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N. E. de M.; PEREIRA, A. S. Desenvolvimento de uma régua para medidas de área foliar do algodoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, p. 736-741, 2010.
- FIGUEIREDO, L. C.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. da S.; SILVA, L. de A.; MOREIRA, R. C. L.; MELO, A. S. de; Crescimento e fitomassa de híbridos de tangerineira Sunki comum sob salinidade em cultivo hidropônico. II INOVAGRI, 2014.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 3º ed. 2008.
- FREIRE, M. H. C.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; CEITA, E. D. R.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N. Emergence and biomass accumulation in seedlings of rice cultivars irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 22, n. 7, p. 471-475, 2018.
- GHEYI, H, DIAS, N. da S., LACERDA, C. F., FILHO, E. G. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos a aplicados, 2º ed. INCTSal, 2016.
- GOES, G. F.; GUILHERME, J. M. da S.; SALES, J. R. da S.; SOUSA, G. G. de. Ambiência agrícola e estresse salino em mudas. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, INOVAGRI, v. 13, n. 5, p. 3646-3655, 2020.
- GONDIM, J.; FIOREZE, A. P.; ALVES, R. F. F.; SOUZA, W. G. de. A seca atual no Semiárido nordestino–Impactos sobre os recursos hídricos. *Parcerias Estratégicas*, v. 22, n. 44, p. 277-300, 2017.
- HABIB, S. H.; KAUSAR, H.; SAUD, H. M. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Enhance Salinity Stress Tolerance in Okra through ROS-Scavenging Enzymes. *Biomed Research International*, v. 2016, p. 1-10, 2016.

- HARUNA, S.; ALIYU, B. S.; BALA, A. Plant gum exudates (Karau) and mucilages, their biological sources, properties, uses and potential applications: a review. *Bayero Journal Of Pure And Applied Sciences*, v. 9, n. 2, p. 1-159, 2017.
- HASANUZZAMAN, M.; BHUYAN, M.; NAHAR, K.; HOSSAIN, Md.; MAHMUD, J.; HOSEN, Md.; MASUD, A.; MOUMITA; FUJITA, M. Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, v. 8, n. 3, p. 1-31, 2018.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Censo Agropecuário 2017–Brasil. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>. Acesso em: 13 mar. 2022.
- IEA – Instituto de Economia Agrícola. 2021. Banco de Dados: Estatística de Produção Paulista. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjectiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em: 13 mar. 2022.
- LACERDA, C. N. de; LIMA, G. S. de; SOARES, L. A. dos A.; FÁTIMA, R. T. de; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, C. A. V. de. Morphophysiology and production of guava as a function of water salinity and salicylic acid. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 26, n. 6, p. 451-458, 2022.
- LACERDA, C. N. de; LIMA, G. S. S.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, A. A. R. da; SILVA, I. J. da. Morfologia de goiabeira cv. Paluma irrigada com águas salinas e aplicação exógena de ácido salicílico. CONTECC, 2021.
- LIMA, G. S. de, DIAS, A. S., SOUZA, L. de P., SÁ, F. V. da S., GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A. Efeito da água salina e adubação potássica nos pigmentos fotossintéticos, crescimento e produção da aceroleira. *Revista Ambiente & Água*, v. 13, n. 3, p. 7-12, 2018.
- LIMA, G. S. de; SILVA, J. B. da; PINHEIRO, F. W. A.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R. Potassium does not attenuate salt stress in yellow passion fruit under irrigation management strategies. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 4, p. 1082-1091, 2020.
- LIMA, G. S. de; MOREIRA, B. L.; SILVA, A. G.; DINIZ NETO, M. L.; OLIVEIRA, D. S.; CAVALCANTE, A. P. Crescimento e produtividade de algodão de fibra colorida cultivado sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 21, n. 6, p. 415-420, 2017.
- LIMA, G. S. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, S. S. Respostas morfofisiológicas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. *Irriga*, v. 19, n. 1, p. 1-130, 2014.

- LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. de A. de; ALVES, R. de C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A. de; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. *Revista Agro@Mambiente On-Line*, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2015.
- LOPES, I. A. P. Aplicação exógena de peróxido de hidrogênio como atenuante ao estresse salino em quiabeiro. 2021. 57 f. Tese (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.
- MAAS, E. V.; Crop tolerance. *California Agriculture*, Riverside, v. 38, p. 20-21, 1984.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop Salt Tolerance—Current Assessment. *Journal Of The Irrigation And Drainage Division*, v. 103, n. 2, p. 115-134, 1977.
- MAATHUIS, F. J. M.; AHMAD, I.; PATISHTAN, J. Regulation of Na⁺ fluxes in plants. *Frontiers in plant science*, v. 5, n. 467, p. 1-9, 2014.
- MACHADO, M. S. Aplicação de silicato de potássio em coentro e cebolinha sobre estresse salino da solução nutritiva. 2020. 80 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará - UFCE.
- MARQUES, I. C. S.; SILVA, I. M. O.; SANTOS, S. T.; COSTA, P. A. A.; CORDEIRO, C. J. X.; OLIVEIRA, F. A. Solução nutritiva salina enriquecida com potássio no cultivo semi-hidropônico de alface americana. IV INOVAGRI International Meeting, 2017.
- MEDEIROS, S. de S., PINTO, T. F., SALCEDO, I. H., CAVALCANTE, A. de M. B., MARIN, A. M. P., & TINÔCO, L. B. de M. Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro. Instituto Nacional de Seminário (INSA), 2012.
- MIRANDA, V. C. Produtividade e tempo de prateleira do quiabo em função da adubação nitrogenada e época de cultivo. 2016. 60f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins - UFTO.
- MIRYAM, O.; MOULAY, B.; NARIMANE, Z. Effect of salinity on seed germination of *Abelmoschus esculentus*. *African Journal Of Agricultural Research*, v. 10, n. 19, p. 2014-2019, 2015.
- MODESTO, F. J. N.; SANTOS, M. Â. C. M. dos; SOARES, T. M.; SANTOS, E. P. M. dos. Crescimento, produção e consumo hídrico do quiabeiro submetido à salinidade em condições hidropônicas. *IRRIGA*, v. 24, n. 1, p. 86-97, 2019.
- MORAES, E. R.; REIS, A. C.; SILVA, N. E. P.; FERREIRA, M.; MENEZES, F. G. Nutrientes no solo e produção de quiabo conforme doses de silicato de cálcio e magnésio. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 5, n. 1, p. 60-65, 2018.

- MOURA, A. P.; GUIMARAES, J. A. Manejo de pragas na cultura do quiabeiro. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2014.
- MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops – what is the cost? *New Phytologist*, v. 208, n. 3, p. 668-673, 2015.
- NASCIMENTO, I. B. do; FERREIRA, L. E.; MEDEIROS, J. F. de; AROUCHA, E. M. M.; SOUSA, C. M. G. de; SILVA, N. K. C.; IZIDIO, N. S. de C. Qualidade pós-colheita de quiabo submetido a diferentes lâminas de água salina. *Agropecuária científica no semiárido*. v. 9, n. 2, p. 88-93, 2013.
- NASCIMENTO, P. dos S.; PAZ, V. P. da S.; FRAGA JÚNIOR, L. S.; COSTA, I. P. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. *Colloquium Agrariae*, v. 13, n. 1, p. 10-15, 2017.
- NOVAIS, R.F.; NEVES J.C.L.; BARROS N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A.J. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Embrapa-SEA. p. 189-253. 1991.
- OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; ALVES, R. de C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A. de; OLIVEIRA, M. K. T. de. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 5, p. 480–486, 2014.
- PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; NASCIMENTO, A. P. do; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. dos. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria*, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.
- PRAZERES, S. S.; JUNIOR, S. de T. N da S.; ORESCA, D.; AMORIM, A. V.; LACERDA, C. F. de; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e nodulação de plantas de feijão-de-corda sob irrigação salina e adubação potássica. II INOVAGRI International Meeting, 2014.
- QADIR, M.; QUILLÉROU, E.; NANGIA, V.; MURTAZA, G.; SINGH, M.; THOMAS, R.J.; DRECHSEL, P.; NOBLE, A.D. Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum*, v. 38, n. 4, p. 282-295, 2014.
- QUEIROZ, M. G. D., da SILVA, T. G., ZOLNIER, S., SILVA, S., LIMA, L. R.; ALVES, J. D. O. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 10, p. 931-938, 2015.

- RIBEIRO, R. H. de P.; ANJOS, D. N. dos; FREITAS, P. H. G.; RIBEIRO, J. S. Efeito da salinidade do cloreto de potássio na emergência e no crescimento inicial de plântulas de soja. *PesquisAgro*, v. 3, n. 1, p. 110-117, 2020.
- RICHARDS, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.
- SAHEED. S.; QADER.H. Impact of ascorbic acid and potassium on okra (*Abelmoschus esculentus*) growth in saline condition. *ZJPAS*, v. 4, n. 32, p. 144-150, 2020.
- SALES, G. N. B. Morfofisiologia de quiabeiro cultivado com águas salinas e combinações de adubação nitrogênio-potássio. 2020. 87 f. Tese (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.
- SALIK, A. W.; COŞKUN, Z.; AMINI, M. Z. Study on okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Response to salt stress environment under kabul climatic conditions, Afghanistan. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, v. 7, n. 2, p. 295-303, 2021.
- SANTINO, S. J.; VARGAS, M. D. de; OLIVEIRA, K. C. L. de; RUIZ, C. G. L. Análise socioeconômica hortícola na comunidade Vale do Sol II em Tangará da Serra–MT. *Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento*, v. 12, n. 2, p. 55-74, 2019.
- SANTOS, E. A. dos. Crescimento, produtividade, análise de sementes e custo de produção de quiabo sob lâminas de irrigação por gotejamento. Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - IFGO. 2019. 54 f.
- SANTOS, H. C.; PEREIRA, E. M.; MEDEIROS, R. L. S. de; COSTA, P. M. de A.; PEREIRA, W. E. Production and quality of okra produced with mineral and organic fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 2, p. 97-102, 2019.
- SANTOS, I. F. d. Determinação e avaliação quimiométrica da composição mineral do *Abelmoschus esculentus* L. comercializados na cidade de Salvador. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) — Universidade Federal da Bahia - UFBA.
- SANTOS, J. M. A. P.; TARGINO, A. J. O.; OLIVEIRA, F. A.; RÉGIS, L. R. S.; MENEZES, P. V. Fitomassa seca da berinjela fertirrigada com diferentes relações K/Ca e submetida ao estresse salino. *INOVAGRI*, 2017.
- SANTOS, S. T. dos; COSTA, J. P. B. M.; OLIVEIRA, F. O.; MARQUES, I. C. S.; CORDEIRO, C. J. X.; NETA, H. M. M. Calcium supplementation in nutrient solutions to mitigate salt stress in fertigated okra. *Horticultura Brasileira*, v. 39, n. 3, p. 324-329, 2021.

- SILVA FILHO, C. J. Alves da. Estudo da mucilagem de *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (quiabo) e suas potencialidades na composição de filmes biodegradáveis. 2018. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Bacharelado) - Universidade Federal do Ceará - UFCE.
- SILVA, A. A. R. da; CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; VELOSO, L. L. de S. Tolerance to salt stress in soursop seedlings under different methods of H₂O₂ application. *Revista Ciência Agronômica*, v. 52, n. 3, p. 1-9, 2021.
- SILVA, A. A. R. da; VELOSO, L. L. de S. A.; LIMA, G. S. de; SOARES, L. A. dos A.; CHAVES, L. H. G.; SILVA, F. de A. da; DIAS, M. dos S.; FERNANDES, P. D. Induction of salt stress tolerance in cherry tomatoes under different salicylic acid application methods. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, n. 3, p. 1145-1166, 2022.
- SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-caupi. *Irriga*, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013.
- SILVA, J. L. de A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. de A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMENTO, L. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, p. 66–72, 2014.
- SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. de; SUASSUNA, J. F.; PEREIRA, R. F. Gas exchanges and production of colored cotton irrigated with saline water at different phenological stages. *Revista Ciência Agronômica*, v. 49, n. 2, p. 239-248, 2018.
- SOUSA, G. G. de, MENDONÇA, A. de M., SALES, J. R. da S., SILVA JUNIOR, F. B. da, MORAES, J. G. L., & SOUSA, J. T. M. de. Morphophysiological characteristics of okra plants submitted to saline stress in soil with organic fertilizer. *Comunicata Scientiae*, v.11, p. 1-8, 2020.
- SOUZA, A. de J. F. Doses de fósforo no teor crítico de P foliar e na produtividade do quiabeiro. 2017. 22 f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista – UNESP.
- SOUZA, C. A.; ARAUJO, Y. R.; ARAÚJO NETO, J. R.; PALÁCIO, H. A. Q.; BARROS, B. E. A. Análise comparativa da qualidade de água para irrigação em três sistemas hídricos conectados no semiárido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 10, n. 6, p. 1011-1022, 2016.

- SOUZA, F. I. de; DIAS, N. da S.; DINIZ, A. A.; SÁ, F. V. da S.; MESQUITA, F. de O.; NETO, O. N. S. Produção e qualidade de frutos de pepineiro em diferentes concentrações de solução nutritiva. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v. 12, n. 6, p. 3048- 3057, 2018.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed. 2017.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2017. 573p.
- WANG, N.; QI, H.; G QIAO, W.; N SHI, J.; XU, Q.; ZHOU, H.; YAN, G.; HUANG, Q. Relative contribution of Na⁺/K⁺ homeostasis, photochemical efficiency and antioxidant defense system to differential salt tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum L.*) cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 119, p. 121–131, 2017.
- YAKOUBI, F.; BABOU, F. Z.; BELKHODJA, M. Effects of Gibberellic and Abscisic Acids on Germination and Seedling Growth of Okra (*Abelmoschus esculentus L.*) under Salt Stress, *Pertanika J. Tropical. Agricultural Science*, v. 42, n. 2, p. 847-860, 2019.
- ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino, *Caderno Prudentino de Geografia*, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.
- ZANETTI, F.; ZEGADA-LIZARAZU, W.; LAMBERTINI, C.; MONTI, A. Salinity effects on germination, seedlings and full-grown plants of upland and lowland switchgrass cultivars. *Biomass and Bioenergy*, v. 120, n. 1, p. 273-280, 2019.
- ZHAN, Y.; WU, Q.; CHEN, Y.; TANG, M.; SUN, C.; SUN, J. Comparative proteomic analysis of okra (*Abelmoschus esculentus L.*) seedlings under salt stress. *BMC genomics*, v. 20, n. 1, p. 1-12, 2019.