



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

ELIANA NASCIMENTO ROCHA

**FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE QUIABEIRO SOB SALINIDADE DA
ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

POMBAL-PB

2022

ELIANA NASCIMENTO ROCHA

**FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE QUIABEIRO SOB SALINIDADE DA
ÁGUA DE IRRIGAÇÃO 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. DSc. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

POMBAL - PB

2022

R672f Rocha, Eliana Nascimento.

Fisiologia e produção de quiabeiro sob salinidade da água de irrigação e adubação potássica / Eliana Nascimento Rocha. – Pombal, 2022.
37 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 Almeida dos Anjos Soares.”.
Referências.

1. Cultura do quiabeiro. 2. Estresse salino. 3. Quiabeiro fertirrigado -
Trocas gasosas. 4. Quiabeiro fertirrigado - Fluorescência da clorofila. 5.
Abelmoschus esculentus L. I. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II.
Título.

CDU 635.648(043)

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

ELIANA NASCIMENTO ROCHA

**FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE QUIABEIRO SOB SALINIDADE DA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO 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: 03/08/2022

BANCA EXAMINADORA:

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Orientador - Profa. D.Sc. Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Adriana Silva Lima

Membro – Profa. D.Sc. Adriana Silva Lima
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Rômulo Carantino L. Moreira

Membro - D.Sc. Rômulo Carantino Lucena Moreira
(Universidade Federal Rural do Semi-Árido– PDJ – CNPq)

POMBAL-PB
2022

A Deus, que me guiou e me deu forças para lutar todos os dias para realizar esse sonho .

Aos meus pais, Anailton Mendes Rocha e Silvana Nascimento Rocha, a minha irmã Aline Nascimento Rocha, sobrinhas Giovanna e Sophia Vitória e ao meu namorado Iuri Carvalho Santos Castro, por todo amor, carinho e compreensão.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida, por ser presente em minha vida, dando forças e coragem para lutar e nunca desistir dos meus sonhos.

Aos meus pais, Anailton Mendes Rocha e Silvana Nascimento Rocha por todos os ensinamentos, confiança, amor e paciência dedicadas á mim. Foram a minha fonte de inspiração e força para que eu pudesse correr atrás dos meus sonhos.

A minha irmã Aline Nascimento Rocha, e minhas sobrinhas Giovanna e Sophia Vitória, por todo carinho, incentivo e confiança em realizar esse sonho.

Ao meu namorado Iuri Carvalho Santos Castro, por toda compreensão, cuidado e sempre acreditar que seria capaz. Foi super presente, e em muitos momentos foi o meu ponto de equilíbrio e força.

Agradeço aos meus avós maternos Edith Moreira (*in memoriam*) e Antônio Luís (*in memoriam*) e minha avó paterna Edviges Mendes (*in memoriam*), por todo apoio e por terem sempre acreditado, essa conquista também é de vocês. E a toda a minha família que sempre torceram por mim, em especial meu primo Rogério Rocha e minha madrinha Luzia do Nascimento, que sempre tiveram ao meu lado.

A minha orientadora professora Lauriane Almeida dos Anjos Soares, por todos ensinamentos, paciência, compreensão, amizade que foram transmitidos durante o curso.

Aos meus amigos que foram a minha família nesse período longe de casa, em especial Iara Bezerra, Mayara Dantas, Raiana Almeida, Juliana Cariri, Iuri Castro, Cassiano Nogueira, Léa Thayza, Hemile Nascimento.

A toda equipe salinidade, em especial Rafael que foi meu colega de projeto e pesquisa.

A todos os membros da banca, por estar participando desse momento e contribuindo com a minha formação.

A todos os professores do CCTA e demais funcionários, em principal os colaboradores da assistência estudantil, obrigada por todo apoio, carinho e dedicação.

Obrigada!

*“Não é a força, mas a constância dos bons resultados que conduz os homens à
felicidade.”*

Friedrich Nietzsche

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Condutância estomática - g_s (B) em função da interação entre os níveis de salinidade da água e doses de potássio e transpiração – E (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.	25
Figura 2 Concentração interna de CO_2 – C_i (A) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação e taxa de assimilação de CO_2 – A (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função da interação entre os níveis de salinidade da água e doses de potássio.....	26
Figura 3 Eficiência instantânea do uso da água – EUA (A) do quiabeiro em função dos níveis de salinidade da água de irrigação e eficiência intrínseca da carboxilação – EiC (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função da interação entre os fatores níveis de salinidade da água e doses de potássio.....	28
Figura 4 Fluorescência inicial – F_o (A) e eficiência quântica do fotossistema II – F_v/F_m (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	29
Figura 5 Comprimento do fruto (A) e Massa do fruto (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	30

ROCHA, N. E. **Fisiologia e produção de quiabeiro sob salinidade da água de irrigação e adubação potássica**. 2022, 37p. Monografia (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB.

RESUMO

A escassez de recursos hídricos nos últimos anos vem se tornando fator limitante para a produção das culturas, podendo comprometer o rendimento das plantas, notadamente no quiabeiro, porém, quando cultivado na região semiárida, caracterizada por águas com elevados teores de sais torna-se necessário o uso de manejo adequado dos recursos visando garantir a sustentabilidade do sistema de produção. Com isso, objetiva-se avaliar as trocas gasosas, a fluorescência da clorofila *a* e os componentes de produção do quiabeiro sob salinidade da água e doses de adubação potássica. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 5×5 , em que os fatores foram constituídos por cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,3, 1,3, 2,3, 3,3 e 4,3 dS m^{-1}) e cinco doses de potássio (50, 75, 100, 125 e 150% da recomendação K_2O) onde a dose de 100% referente a 150 $\text{mg de K}_2\text{O kg}^{-1}$ de solo, com três repetições e uma planta por parcela. As trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* foram comprometidas pelo incremento da condutividade elétrica da água de irrigação a partir do nível de 1,5 dS m^{-1} . A adubação com potássio reduz os efeitos deletérios do estresse salino sobre a condutância estomática, taxa de assimilação de CO_2 e eficiência instantânea da carboxilação das plantas de quiabo.

Palavras-chaves: *Abelmoschus esculentus* L., potássio, estresse salino, trocas gasosas, produção.

ROCHA, N. E. **Physiology and production of okra under salinity of irrigation water and potassium fertilization**. 2022, 37p. Monograph (Bachelor of Agronomy) – Federal University of Campina Grande, Pombal – PB.

ABSTRACT

The scarcity of water resources in recent years has become a limiting factor for crop production, which may compromise the yield of plants, especially in okra, however, when cultivated in the semi-arid region, characterized by waters with high levels of salts, it becomes necessary the use of adequate management of resources in order to guarantee the sustainability of the production system. Thus, the objective is to evaluate gas exchange, chlorophyll a fluorescence and okra production components under water salinity and potassium fertilization doses. The experiment was carried out in randomized blocks in a 5 × 5 factorial scheme, in which the factors were constituted by five levels of salinity of the irrigation water (0.3, 1.3, 2.3, 3.3 and 4.3 dS m⁻¹) and five doses of potassium (50, 75, 100, 125 and 150% of the K₂O recommendation) where the dose of 100% refers to 150 mg of K₂O kg⁻¹ of soil, with three replications and one plant per plot. The gas exchange and chlorophyll a fluorescence were compromised by the increase in the electrical conductivity of the irrigation water from the level of 1.5 dS m⁻¹. Potassium fertilization reduces the deleterious effects of salt stress on stomatal conductance, CO₂ assimilation rate and instantaneous carboxylation efficiency of okra plants.

Key words: *Abelmoschus esculentus* L., potassium, salt stress, gas exchange, production.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Geral.....	14
2.2. Específicos.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Aspectos gerais do quiabeiro	15
3.2 Qualidade da água de irrigação em regiões semiáridas	16
3.3 Efeitos da salinidade no quiabeiro	18
3.4 Adubação potássica na mitigação do estresse salino	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Localização da área experimental	21
4.2. Delineamento experimental e tratamentos	21
4.3. Unidade experimental.....	21
4.4. Semeadura.....	22
4.5. Manejo da adubação	22
4.6. Preparo das águas e manejo da irrigação	23
4.7. Tratos culturais e fitossanitários	23
4.8. Variáveis analisadas	24
7. REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

O manejo de águas salinas vem sendo considerado uma alternativa para a produção de culturas em diversas regiões do mundo, notadamente em regiões áridas e semiáridas, tendo em vista a ocorrência de fontes de água com concentração elevada de sais. Porém, a utilização inadequada desse recurso, associados à alta demanda de evaporativa contribuem para o aumento da salinidade do solo e a obtenção de baixas produtividades (LIMA et al., 2014).

O excesso de sais no solo pode incidir em impactos ambientais quanto ao solo e à água subterrânea, pela susceptibilidade de salinização e sodificação dos recursos naturais do Semiárido Nordeste (MONTENEGRO et al., 2013). Tais efeitos provocam reduções no crescimento e o desenvolvimento das plantas afetando processos fisiológicos, incluindo modificação do equilíbrio iônico, nutrição mineral, comportamento estomático e eficiência fotossintética (FERREIRA et al., 2012; PRAZERES et al., 2015; LIMA et al., 2017). Os processos fisiológicos das plantas, tanto na planta como nos níveis celulares, são afetados por estresses osmóticos e iônicos causados pela salinidade (MURPHY et al., 2003).

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) é uma hortaliça anual, originária da África, sendo considerada muito sensível ao estresse salino, sendo sua salinidade limiar da água de irrigação inferior a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ (MAAS, 1984). No entanto, as respostas das plantas quanto à sensibilidade à salinidade podem variar entre culturas, material genético e algumas produzem rendimentos satisfatórios sob níveis adversos de salinidade, enquanto outras são sensíveis aos conteúdos salinos relativamente baixos (FERREIRA et al., 2012).

Dentre as alternativas empregadas para mitigar os efeitos do estresse salino, destaca-se a adubação mineral. Diversos estudos vêm associando a tolerância das culturas à salinidade a uma nutrição potássica adequada (GURGEL et al., 2010), sendo o potássio responsável por diversos processos biológicos nas células das plantas, tais como, ativação enzimática, respiração, fotossíntese e na regulação osmótica promovendo a manutenção do turgor nas células-guarda (PRAZERES, et al., 2015; LIMA et al., 2018).

No entanto, há uma carência de estudos sobre o manejo de águas salinas associadas à adubação potássica na cultura do quiabeiro em condições semiáridas,

uma vez que o fornecimento de K^+ em concentração adequada pode reduzir a relação Na^+/K^+ , promovendo o restabelecimento do equilíbrio nutricional e mitigação dos efeitos tóxicos do íon Na^+ , refletindo em maior tolerância das plantas aos efeitos dos sais (BLANCO et al., 2008).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar as trocas gasosas, a fluorescência da clorofila *a* e os componentes de produção do quiabeiro sob salinidade da água e doses de adubação potássica.

2.2. Específicos

- Avaliar as trocas gasosas e a fluorescência da clorofila *a* do quiabeiro fertirrigado com diferentes doses potássio sob estresse salino;
- Identificar as doses de potássio mais adequadas para a produção do quiabeiro irrigado com águas salinas;
- Verificar os níveis salinos em que o quiabeiro é mais tolerante ou sensível ao estresse salino;
- Identificar a dose de adubação potássica, assim como, a interação da mesma com a salinidade da água de irrigação que contribua com o cultivo do quiabeiro.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais do quiabeiro

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) é uma hortaliça-fruto pertencente à família Malvaceae originária da África, amplamente cultivada em regiões tropicais (GALATI et al., 2013). A planta tem como característica, porte ereto e anual, é uma erva robusta e pode variar entre 1 a 3 m de altura, de caule semilenhoso, de coloração esverdeada, folhas simples, com limbo profundamente recortados, lobadas e com pecíolos longos, podendo ocorrer ramificações laterais, que são estimuladas por práticas de manejo no cultivo, possui o sistema radicular muito profundo e sua raiz pivotante pode atingir até 1,90 m de profundidade (GALATI, 2010).

A faixa ideal de temperatura para o cultivo do quiabeiro está entre 21,1-29,4°C, com média máxima de 35°C e média mínima de 18,3°C (SEDIYAMA et al., 2009). Para o seu bom desenvolvimento se faz necessário o seu cultivo no calor, dias com boa luminosidade (MORAES et al., 2018). Em condições de temperaturas mais amenas, há um retardo na emergência das plântulas, prejudicando o seu desenvolvimento, como crescimento, floração e frutificação. É uma cultura que não tem grandes exigências quanto ao tipo de solo, pois, consegue produzir bem em solos areno-argilosos, argilosos, argilo-arenosos (FILGUEIRA, 2013).

Segundo Costa et al. (2017), a planta apresenta algumas características desejáveis para seus produtores, como ciclo rápido, custo de produção economicamente viável, resistência a pragas e alto valor alimentício e nutritivo. A cultura do quiabeiro se desenvolve bem em vários tipos de solo, mas é importante que os mesmos tenham uma boa drenagem, contendo os nutrientes ideais para a cultura, tais como N, P, K, Ca, Mg, e adubação orgânica também pode trazer inúmeros benefícios. Em solos arenosos menos férteis, com baixo teor de matéria orgânica é importante que se faça uma adubação orgânica (FILGUEIRA, 2013).

Nos locais onde a cultura encontra condições climáticas favoráveis, são cultivadas principalmente por produtores familiares em cultivos de sequeiro e irrigado (SANTOS-CIVIDANES, 2011; MARIN et al., 2017). O estágio vegetativo da cultura vai de 0 a 64 dias após a semeadura (DAS) e o reprodutivo, de 65 a 120 dias

DAS, e seu período de frutificação pode chegar aos 200 dias, conforme a época de cultivo (GALATI, 2010).

No ano de 2017 o Brasil produziu cerca de 128.460 toneladas de quiabo, sendo a região Sudeste e Nordeste as maiores produtoras, responsáveis por 47% e 25% respectivamente da produção nacional, sendo os maiores estados produtores desta olerícola são Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia e Sergipe, representando 68,9% da produção nacional, com 77.157 toneladas. A região Nordeste se destaca como a segunda região maior produtora, produzindo por ano 32.187 toneladas, a Paraíba está na 20ª posição com uma produção anual de 448 toneladas (IBGE, 2018).

No Brasil, a cultivar Santa Cruz é a mais plantada, devido às suas características, por ser uma planta bem vigorosa de internódios curtos, frutos de coloração clara, cilíndricos e apresenta menor teor de fibra em relação às cultivares mais antigas (SOUZA, 2012). É uma cultivar que apresenta produção precoce, fato que contribui para obtenção de produtividades elevadas, apresenta resistência à murcha de verticílio e à podridão úmida dos frutos, todas essas características a classificam como cultivar padrão de mercado (FILGUEIRA, 2013).

3.2 Qualidade da água de irrigação em regiões semiáridas

A água é um fator primordial para o estabelecimento da produção agrícola, porém, a região semiárida do Nordeste brasileiro apresenta deficiência de recursos hídricos de boa qualidade para irrigação, ou seja, a água disponível para irrigação tem concentração moderada de sais, resultando no acúmulo de íons no solo, que ocasionam restrições para culturas submetidas a essas condições (OLIVEIRA et al. 2014; LIMA et al., 2017).

A qualidade da água, principalmente quanto à concentração de sais dissolvidos, é fator importante para que as culturas atinjam o máximo potencial produtivo, tendo em vista que a grande concentração de sais na solução pode provocar desbalanço nutricional e/ou toxicidade nas plantas (SANTOS, 2019). O estresse salino em plantas é visto como um fator de máxima importância para a atividade agrícola em todo o mundo, principalmente em regiões áridas e semiáridas,

onde as próprias condições edafoclimáticas contribuem para sua ocorrência (MUNNS, 2011).

Para Holanda et al. (2010), os principais sais solúveis presentes nos solos e águas de regiões semiáridas são o cloreto de sódio (NaCl), o cloreto de cálcio (CaCl₂), o sulfato de magnésio (MgSO₄), o sulfato de sódio (Na₂SO₄), o cloreto de magnésio (MgCl₂) e o carbonato de sódio (Na₂CO₃), bicarbonato (HCO₃⁻), borato (BO₃³⁻) e nitrato (NO₃⁻). Quanto a qualidade da água nos mananciais das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro as concentrações de cátions presentes nessas águas apresentam na proporção 7:2:1 em relação ao sódio, cálcio, magnésio (MEDEIROS, 1992).

A qualidade da água quando destinada para fins agrícolas deve ser analisada de acordo com os seguintes critérios: quanto ao risco de salinidade, quando ocorre um acúmulo de sais na zona radicular em determinada concentração, ocasionando queda no rendimento e na produção das culturas; quanto ao risco de sodicidade ou a problemas de infiltração que pode ocorrer quando teores relativamente altos de sódio ou baixos de cálcio e magnésio no solo e na água, através da ação dispersante do sódio nos coloides do solo, reduzindo a condutividade hidráulica; e quanto à toxicidade por íons específicos, como sódio, cloreto e boro, os quais se acumulam nas plantas em altas concentrações, reduzindo o rendimento das culturas sensíveis a esses íons (BARROSO et al., 2011).

Um dos parâmetros mais analisados é a condutividade elétrica da água, para avaliar a salinidade da água, a qual corresponde à medida da capacidade dos íons presentes na água em conduzir eletricidade e cresce proporcionalmente ao aumento da concentração dos sais (MENEGHELLI et al., 2016). A água salina para fins de irrigação sempre foi algo desafiador tanto para os produtores rurais como para os pesquisadores, que sempre estão buscando novas alternativas para amenizar os danos e possibilitar o seu uso sem que afete a produtividade das culturas ali presentes. Adotando assim, estratégias de manejo do solo e água, utilizando sempre materiais genéticos adaptados, e reduzindo os impactos causados pelos sais às plantas (NASCIMENTO et al., 2015).

3.3 Efeitos da salinidade no quiabeiro

A salinidade é apontada como um dos principais fatores do ambiente que limitam o crescimento e a produtividade de plantas, e essa limitação acontece porque, nas condições salinas, acaba ocorrendo redução na disponibilidade de água às plantas, em razão da redução no potencial osmótico da solução do solo; com isso a planta tende a empregar mais energia para absorver água e nutrientes (LEONARDO et al., 2003). As culturas detêm respostas bem variadas à salinidade, algumas plantas produzem rendimentos satisfatórios sob níveis altos de salinidade, enquanto que outras são mais sensíveis a índices salinos relativamente baixos. As espécies apresentam respostas diferentes na questão de adaptação osmótica, portanto sobrevivem e às vezes, produzem em níveis econômicos em ambientes salinos (AYERS et al., 1991).

Segundo Maas (1984) o quiabeiro é considerado sensível ao estresse salino, tendo como salinidade limiar inferior a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, e como a cultura do quiabo é exigente em água, se faz necessário o uso da irrigação, o que se torna necessária estratégias de manejo da irrigação com águas de qualidade inferior para otimizar a produção. O quiabeiro é mais sensível ao estresse salino no estágio inicial, pois apresenta dificuldade na absorção da água, a densidade radicular é reduzida, devido a comprometimentos no processo de turgescência da célula radicular e comprimento da raiz (JEYAPRABA et al., 2016).

Soares et al. (2020), constataram que a salinidade da água de irrigação afetou de forma negativa o comprimento, peso, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável e potencial hidrogênio dos frutos do quiabeiro. Nascimento et al. (2017), avaliando o quiabeiro irrigado com águas salinas e adubação nitrogenada, verificaram que a matéria seca das folhas, dos caules e das raízes reduziram de tamanho, com o aumento da salinidade da água de irrigação. Em outro estudo, Modesto et al. (2019) também observaram que o quiabeiro no cultivo hidropônico, teve a sua massa seca total reduzida na presença de sais, porém não comprometeu a massa fresca de frutos.

Estudando o estresse salino em mudas de quiabeiro, Goes et al. (2020), ressaltaram que o uso de substrato composto com 50% fibra de coco + 50% vermiculita amenizou os efeitos da salinidade da água sobre o comprimento da

radícula, altura de plântula e diâmetro do caule. Paes et al. (2012) ao avaliarem os efeitos da salinidade sobre a produção de grãos do quiabeiro Santa Cruz, verificaram que as plantas irrigadas com as lâminas de 100 e 120% e submetida a salinidade de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ obtiveram redução nas variáveis de produção.

Os efeitos da salinidade da água de irrigação no crescimento, produção e consumo de água do quiabo também foram investigados por Ünlükara et al. (2008), avaliando cinco níveis de salinidade da água de irrigação com condutividades elétricas de 1,5, 2,5, 3,5, 5,0 e $7,0 \text{ dS m}^{-1}$ verificaram que o aumento dos níveis de salinidade ocasionou reduções no consumo de água da planta de 2,43% por aumento unitário da salinidade.

3.4 Adubação potássica na mitigação do estresse salino

Em meio aos muitos nutrientes minerais existentes, o potássio (K) é o segundo macronutriente mais exigido pela maioria das culturas, pois desempenha um papel de fundamental importância em vários processos fisiológicos vitais para o crescimento, rendimento, qualidade de frutos e resistência ao estresse de todas as culturas. No entanto, é uma problemática comum a ser encontrada nas grandes áreas agricultáveis, que apresentam deficiência de K, especialmente em solos arenosos, alagados, salinos e ácidos, isso ocorre principalmente em sistemas de produção intensiva, nos quais o potássio apresenta-se como um nutriente limitante para a produção agrícola (ZÖRB et al., 2014; LIMA et al., 2018).

O potássio é um macronutriente que possui grande importância na planta, responsável constituinte de várias funções, como no controle da turgidez do tecido, na ativação de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, abertura e fechamento dos estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, resistência à seca e salinidade (FAQUIN, 2005; MARSCHNER, 2011). Além de estar envolvido na ativação da síntese de amido, fosfato, sacarose e outras enzimas e no transporte de carboidratos. Em condições de estresse salino, K ajuda a manter a homeostase iônica e melhora a defesa antioxidante das plantas, protegendo-a do estresse oxidativo (HASANUZZAMAN et al., 2018).

Os nutrientes mais extraídos pela cultura do quiabeiro são o potássio e o cálcio, o efeito deletério da salinidade sobre o rendimento desta cultura pode estar

associado diretamente com a redução na absorção destes nutrientes pelas plantas em decorrência da elevada concentração de sódio em condições salinas (GALATI et al. 2013).

Segundo Prazeres et al. (2015), às interações existentes entre salinidade e potássio são indicativos de que a dose ótima desse nutriente para mitigação do estresse salino depende da fonte de adubação utilizada e da salinidade na zona radicular das plantas. Porém, o uso de doses adequadas de adubos nitrogenados e potássicos podem diminuir a toxidez provocada pelas grandes concentrações de sais da água de irrigação sobre o crescimento, fisiologia e qualidade dos frutos do quiabeiro contribuindo para maior rentabilidade da cultura em regiões onde é comumente encontrado águas com níveis salinos elevados.

Lima et al. (2018) avaliando o crescimento e a produção de aceroleira enxertada sob irrigação salina e adubação potássica, observaram que a salinidade da água de irrigação de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ inibiu acentuadamente o crescimento em diâmetro caulinar e o peso médio de frutos da aceroleira. Enquanto a adubação potássica mitigou os efeitos deletérios do estresse salino sobre o crescimento relativo do diâmetro caulinar do porta-enxerto, número total de frutos e a massa fresca total de frutos de aceroleira, com os maiores valores nas plantas irrigadas com água de menor salinidade associada à maior dose de K_2O .

Resultados nesse sentido também foi encontrado por Dias et al. (2019) que, avaliando as trocas gasosas, rendimento quântico e os pigmentos fotossintéticos da aceroleira enxertada submetida ao estresse salino e adubação potássica concluíram que as trocas gasosas, fluorescência da clorofila a e os pigmentos fotossintéticos da aceroleira foram afetados negativamente pela irrigação com água de condutividade elétrica de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$. Ainda segundo os autores, enquanto doses de potássio crescentes promoveram incremento na taxa de transpiração, fluorescência máxima da clorofila a e no teor de clorofila b da aceroleira cultivada sob estresse salino, porém não atenuaram os efeitos negativos da irrigação com água de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ sobre a eficiência quântica potencial da aceroleira.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área experimental

A pesquisa foi desenvolvida em condições de 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.

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) 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, uma planta por parcela, com total de 75 unidade experimentais.

4.3. Unidade experimental

Plantas de quiabo, cv. Santa Cruz, 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, em que 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 químicas e físico-hídrica (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 (ds m ⁻¹)	CTC cmol _c kg ⁻¹	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	PST %	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)		Umidade (dag Kg ⁻¹)		
2,15	22,33	0,67	7,34	Areia	Silte	Argila	33,42 Kpa ¹	1519,5 KPa ²
				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; 1capacidade de campo; 2ponto de murcha permanente.

4.4. Semeadura

A semeadura foi realizada utilizando-se cinco sementes da cultivar Santa Cruz 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.

4.5. Manejo da adubação

A adubação de cobertura com nitrogênio e fósforo foi realizada conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), colocando 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. O fornecimento de micronutrientes foi realizado quinzenalmente, e teve início aos 20 dias após o transplântio com um produto comercial Micro Rexene[®] contendo: Mg - 1,2%; B - 0,85%; Zn - 4,2%; Fe - 3,4%; Mn - 3,2%; Cu - 0,5% e Mo - 0,06%. Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1,5 m e 1,0 m entre plantas na fileira.

4.6. Preparo das águas e manejo da irrigação

A água de menor condutividade elétrica ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) 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 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 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 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 e fitossanitários

Foram realizados capinas manuais para o controle das plantas daninhas para evitar competição interespecífica por água e nutrientes com o quiabeiro. Foram

utilizados produtos fitossanitários, sendo realizadas pulverizações com produtos químicos, o uso de inseticidas para o controle de mosca branca e pulgões, com a utilização do pulverizador costal manual.

4.8. Variáveis analisadas

a) Trocas gasosas

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 53 DAS a partir da mensuração da condutância estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$). De posse desses dados foram estimadas a eficiência instantânea no uso da água ($EiUA$) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$]. Tais avaliações foram realizadas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro + Portable Photosynthesis System[®], (ADC Bioscientific, UK). As leituras foram realizadas às 7:00 horas na terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO_2 e utilizando uma fonte artificial de radiação de $1200 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

b) Fluoresc\u00eancia da clorofila *a*

No mesmo per\u00edodo aos 53 DAS, as plantas foram avaliadas quanto \u00e0 fluoresc\u00eancia da clorofila *a*, utilizando-se o fluor\u00f4metro de pulso modulado Plant Efficiency Analyser –PEA II [®], usando o protocolo Fv/Fm para avalia\u00e7\u00f5es em condi\u00e7\u00f5es de escuro mediante ao uso de pin\u00e7as foliares durante 30 minutos. Assim foram determinadas a fluoresc\u00eancia inicial (F_o), fluoresc\u00eancia m\u00e1xima (F_m), fluoresc\u00eancia vari\u00e1vel (F_v) e a efici\u00eancia qu\u00e2ntica do fotossistema II (F_v/F_o) em folhas pr\u00e9-adaptadas ao escuro, entre as 7:00 e 8:00 horas da manh\u00e3.

c) Componentes de produ\u00e7\u00e3o

Entre os 59 e 82 DAS foram realizadas as colheitas dos frutos, de forma manual à medida que se observavam a coloração verde típica dos frutos maduros, totalizando 14 colheitas. Foi determinado o comprimento médio do fruto (CMF) e a produção por planta (PP). O comprimento do fruto foi medido a partir da ponta do fruto até o seu ponto de inserção do pedúnculo. A produção média por planta foi obtida respeitando o número de plantas durante período de colheita.

4.9 Análise estatística

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 o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a condutância estomática das plantas de quiabeiro adubadas com as 50, 100 e 150% de K apresentou comportamento linear decrescente em função do aumento da condutividade elétrica da água, verificando reduções de 0,0253, 0,0403 e 0,0357 mol m⁻² s⁻¹, respectivamente (Figura 1A). Na adubação potássica de 75% de K verificou-se efeito quadrático sobre *gs* onde, o maior valor (0,2529 mol m⁻² s⁻¹) foi observado na CEa de 1,4 dS m⁻¹. No entanto, a adubação com 125% de K não foi constatado influência significativa dos níveis de CEa sobre a *gs*. O potássio está associado a várias funções nas plantas, além de ser essencial no movimento estomático. Tais reduções das doses de K em função da CEa, deve ser associado à participação do potássio na regulação da abertura e do fechamento estomático e no ajuste osmótico da planta, diminuindo assim a perda excessiva de água pela planta, principalmente em condições de baixa disponibilidade de água no solo ocasionado pelo excesso de sais na solução do solo (TAIZ e ZEIGER, 2013).

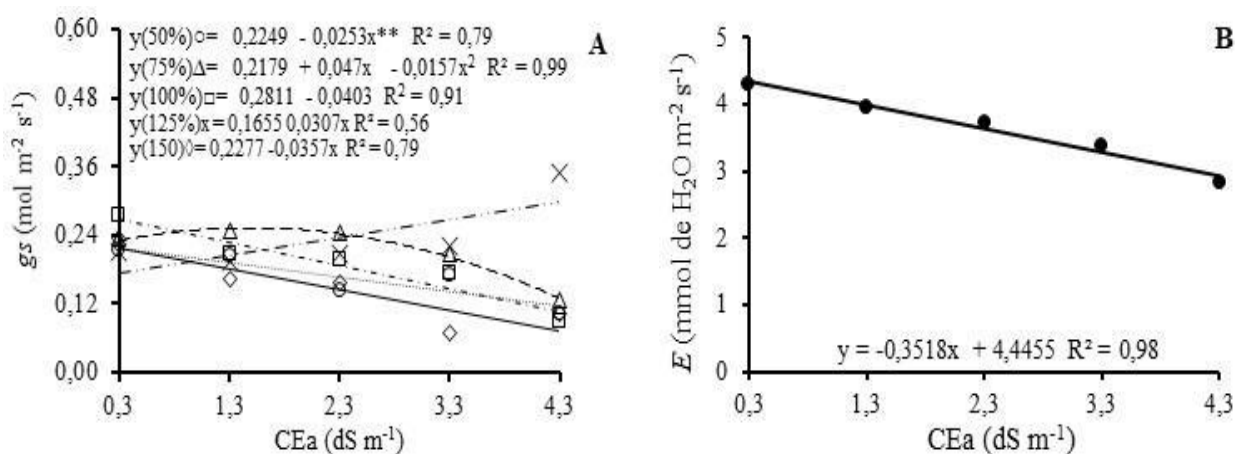


Figura 1. Condutância estomática - *gs* (A) em função da interação entre os níveis de salinidade da água e doses de potássio e transpiração - *E* (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

De acordo com a equação de regressão (Figura 1B), observa-se efeito linear decrescente dos níveis da condutividade elétrica da água sobre a transpiração, com redução de 0,3518 (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) por aumento unitário da CEa. Ou seja, as plantas de quiabo que receberam o maior nível salino (4,3 dS m⁻¹) reduziram de

32,42% (2,93 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) em relação às irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹ (4,33 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹). Esse desempenho foi semelhante ao constatado na *gs* onde, de acordo Lima et al. (2018), justificam o comportamento estomático como determinante na demanda transpirativa a que as folhas estão potencialmente sujeitas controlando sua perda de H₂O para o ambiente, na forma de vapor de água.

Observou com o incremento da salinidade da água de irrigação aumento da concentração interna de CO₂ das plantas de quiabeiro, com acréscimo de 21,45% nas plantas tratadas com o nível máximo de salinidade da água (4,3 dS m⁻¹) comparado ao valor mínimo (0,3 dS m⁻¹), correspondendo a uma diminuição de 53 μmol mol⁻¹ (Figura 2A). Neste sentido, tal aumento do *C_i* em função do incremento da CEa indica que o CO₂ não está sendo utilizado para a síntese de açúcares no processo fotossintético, sugerindo que provavelmente um fator não estomático estaria interferindo nesse processo (FREIRE et al., 2014).

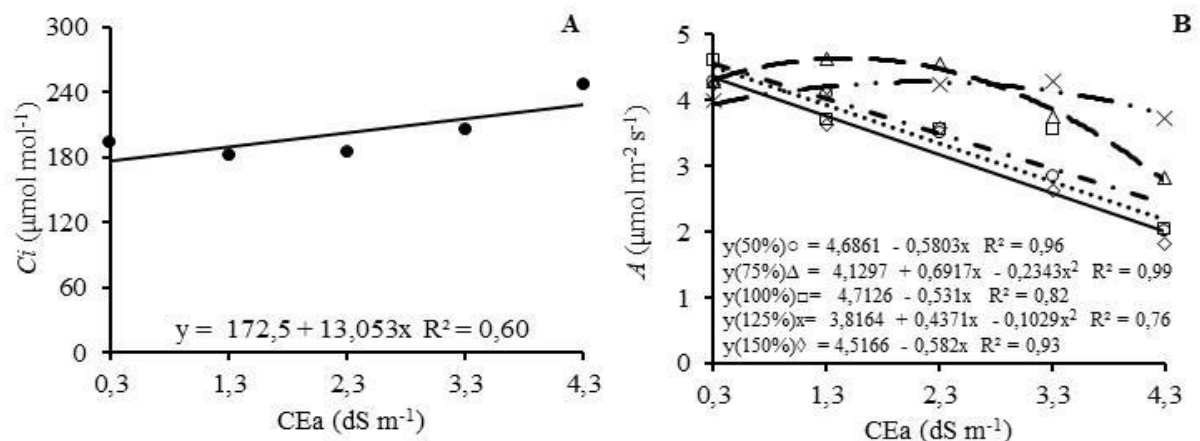


Figura 2. Concentração interna de CO₂ – *C_i* (A) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação e taxa de assimilação de CO₂ – *A* (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função da interação entre os níveis de salinidade da água e doses de potássio.

A adubação potássica nas doses de 75 e 125% de K se ajustaram de forma quadrática em relação a taxa de assimilação de CO₂ das plantas de quiabo onde se verifica declínio a partir dos níveis de condutividade elétrica de 1,5 e 2,1 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 2B). Observa-se ainda conforme, as equações de regressão, que a utilização das doses de 50, 100 e 150% da adubação com K

ocasionaram reduções com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, onde as plantas que receberam a maior CEa ($4,3 \text{ dS m}^{-1}$) reduziram $0,58$, $0,53$ e $0,58 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ com a utilização das doses de 50, 100 e 150% de K quando comparadas com as plantas que receberam a menor salinidade ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$). Neste sentido, Zorb et al. (2014) relatam algumas funções exercida pelo potássio de modo que esse nutriente está ligado a processos fisiológicos como o controle da turgescência celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração, relações hídricas, fotossíntese, regulação da abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos e transpiração, contribuindo para um melhor desenvolvimento.

Vale ressaltar ainda, que interação entre a salinidade da água de irrigação com a disponibilidade adequada de potássio melhora o controle da perda de água pela transpiração (BENLLOCH-GONZÁLEZ et al., 2016), além de proporcionar maior eficiência na taxa fotossintética. Acrescenta-se ainda, que a deficiência de K afeta alguns efeitos fisiológicos como a inibição da assimilação líquida de CO_2 (A) durante a fotossíntese. Esta redução se origina de limitações quer à conversão de energia fotoquímica ou fixação bioquímica de CO_2 ou de uma limitação à difusão de CO_2 através de estômatos e o mesófilo das folhas (JÁKLI et al., 2017).

Observou o comportamento quadrático para a eficiência instantânea do uso da água, com a maior valor de $0,8154 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$, obtidos nas plantas irrigadas com nível de CEa de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 3A). A $EiUA$ é obtida pela razão entre a fotossíntese e a transpiração, indica a quantidade de carbono que a planta consome pela quantidade de água perdida durante o processo de transpiração (JÁKLI et al., 2017), essa maior eficiência no uso da água possivelmente está relacionada com um menor tempo de aberturados estômatos, essa abertura proporciona tanto a absorção de CO_2 para a fotossíntese quanto à perda de água por transpiração.

A eficiência intrínseca da carboxilação (Figura 3B) das plantas de quiabeiro adubações com 50 e 75% de K nota-se que as doses promoveram comportamento quadrático em função do aumento da salinidade da água, verificando redução acentuada na EiC a partir dos níveis de CEa de $1,6$ e $1,8 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente. Observa-se na aplicação das doses de 100 e 150% de adubação potássica sobre a EiC reduções acentuadas de $0,0149$ e $0,0255 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$, respectivamente. Dessa maneira, constata-se que as plantas de quiabeiro irrigadas

com água de maior salinidade (4,3 dS m⁻¹) sofreram decréscimo de 54,72 e 88,76% com a utilização das doses de 100 e 150% de K₂O quando compradas com as plantas que receberam a menor salinidade (0,3 dS m⁻¹). Na adubação de 125% de K₂O não foi verificado influência significativa (p > 0,05) dos níveis de salinidade sobre a *EUA* observando-se índice médio de 0,10 [(μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹)⁻¹]. As baixas concentrações de CO₂ intercelulares são resultados da restrição do influxo deste componente nas células do mesófilo; assim, a planta utiliza o CO₂ proveniente da respiração para manter um nível mínimo de taxa fotossintética (SILVA et al., 2015).

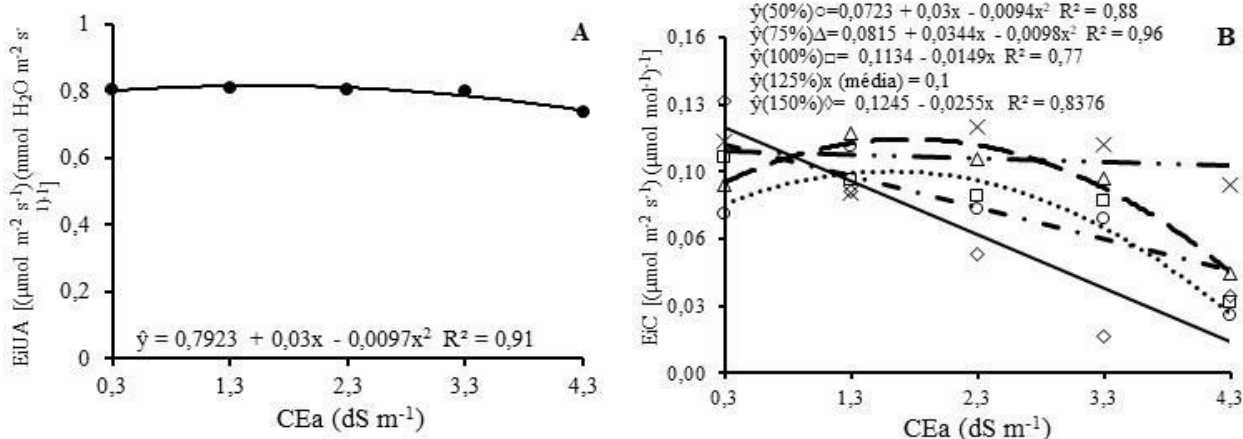


Figura 3. Eficiência instantânea do uso da água – *EUA* (A) do quiabeiro em função dos níveis de salinidade da água de irrigação e eficiência intrínseca da carboxilação – *EiC* (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função da interação entre os fatores níveis de salinidade da água e doses de potássio.

Quanto a fluorescência inicial (*Fo*) as plantas de quiabo se ajustaram a equação regressão de forma quadrática em função do aumento da salinidade da água, verificando-se incremento acentuado na *Fo* a partir do nível de CEa de 1,5 dS m⁻¹ (Figura 4A). De acordo com Zanandrea et al. (2006), o estado adaptado ao escuro é uma situação em que a folha é fotoquimicamente inativa, ou seja, onde todos os processos de transporte de elétrons na membrana tilacóide são desativados, resultando em concentrações muito baixas de NADPH e ATP, permitindo assim a obtenção de valores máximos de eficiência para os processos fotoquímicos da fotossíntese.

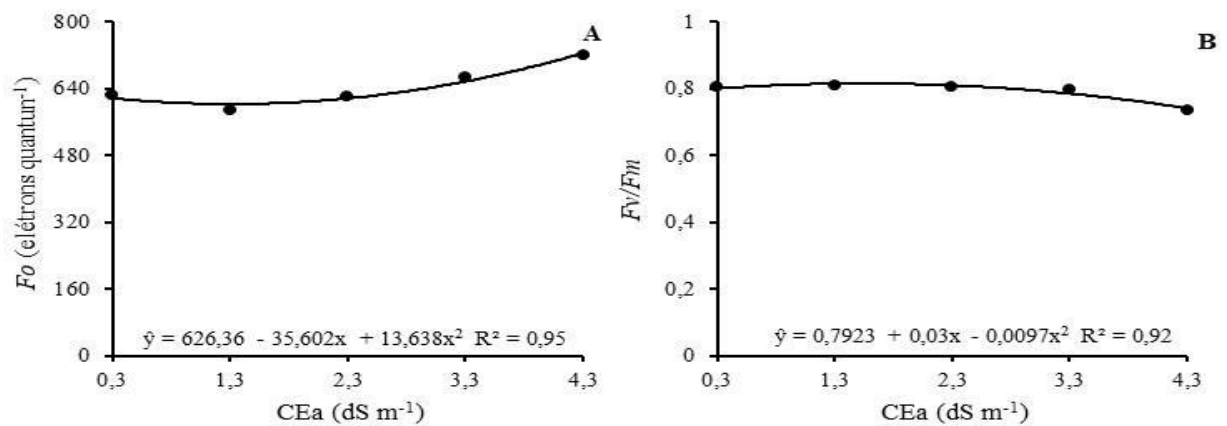


Figura 4. Fluorescência inicial – F_o (A) e eficiência quântica do fotossistema II – F_v/F_m (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Foi possível observar o comportamento quadrático para a eficiência quântica do fotossistema II, ocasionado pelo aumento da fluorescência inicial com maior eficiência de 0,8154 obtidos nas plantas irrigadas com níveis de CEa de 1,5 dS m⁻¹. Observa ainda que a eficiência F_v/F_m das plantas de quiabeiro só foram inferiores às das plantas do menor nível de salinidade estudados (0,6 dS m⁻¹), a partir do nível de 1,5 dS m⁻¹ (Figura 4B). Eficiência quântica do fotossistema II entre 0,75 e 0,85 elétrons quantum⁻¹ sugerem que o aparato fotossintético está intacto, ao contrário de valores menores que 0,75 elétrons quantum⁻¹ (REIS e CAMPOSTRINI, 2011; SILVA et al., 2015). Observou-se que os índices de rendimento quântico foram, em sua maioria, superiores a 0,75, indicando que não houve dano ao fotossistema II.

Em relação à fluorescência variável (Fv) e fluorescência máxima (Fm), não se verificou efeito significativo em relação aos níveis de CEa mensurando-se valores médios 3159 e 2540 elétrons quantum⁻¹, respectivamente. Portanto, os níveis de condutividade elétrica da água juntamente com os incrementos nas doses de potássio nas plantas de quiabeiro não interferiram na Fv e Fm indicando não haver danos nos centros de reação

Na Figura 5A têm-se os resultados obtidos para o comprimento do fruto (CF) do quiabeiro em função do aumento da salinidade da água de irrigação, com decréscimo de 0,76 cm por aumento unitário da salinidade da água, ou seja, as plantas que receberam o maior nível salino (4,3 dS m⁻¹) tiveram um declínio de

22,95% em relação às irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹. Silva et al. (2013), ressaltam que a redução na produção agrícola está associada aos processos osmóticos, tóxicos nutricionais ocasionados pelo estresse salino, que afetam o desenvolvimento de brotações, utilizadas para fotossíntese e produção total de fotoassimilados.

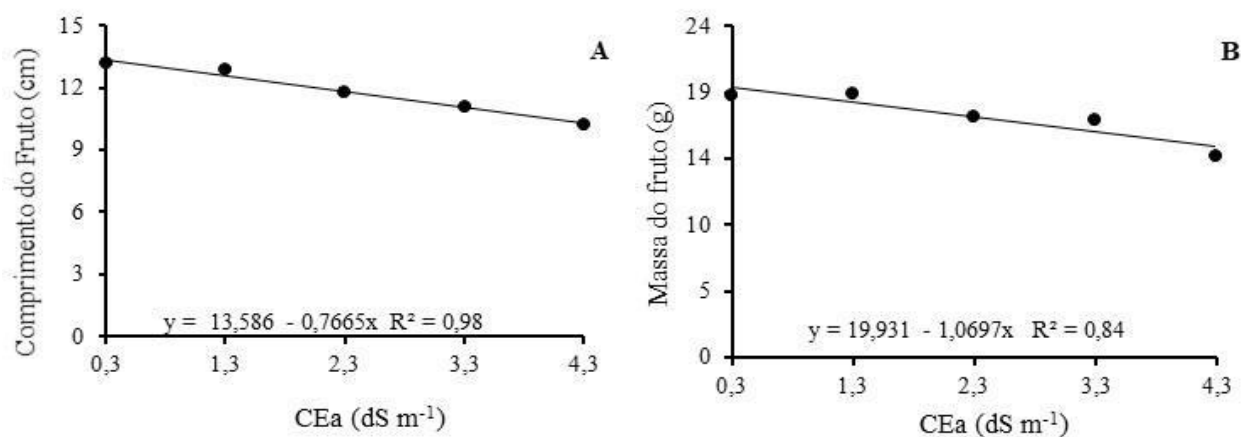


Figura 5. Comprimento do fruto (A) e Massa do fruto (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Quanto à massa dos frutos por planta (Figura 5B), verificou redução na massa do fruto quando se elevou o nível da salinidade da água de irrigação. Assim, plantas irrigadas com CEa de 4,3 dS m⁻¹ obtiveram massa média dos frutos de 15,33 g, isso significa uma redução de 21,81% em relação as plantas irrigadas com água de 0,3 dS m⁻¹ (19,61 g). De acordo com Mota et al., (2010), esta perda de massa nos frutos pode estar relacionada com alterações na forma, tamanho e firmeza dos frutos, devido ao murchamento.

6. CONCLUSÕES

As trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* foram comprometidas pelo incremento da condutividade elétrica da água de irrigação a partir do nível de 1,5 dS m⁻¹.

A adubação com 125% de K₂O reduz os efeitos deletérios do estresse salino sobre a condutância estomática, taxa de assimilação de CO₂ e eficiência instantânea da carboxilação das plantas de quiabo.

O incremento da condutividade elétrica da água de irrigação reduz a massa e o comprimento dos frutos do quiabeiro.

7. REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.
- BARROSO, A. de A. F.; GOMES, G. E.; LIMA, A. E. de O.; PALÁCIO, H. A. de Q.; LIMA, C. A. de. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, p.588–593, 2011.
- BENLLOCH-GONZÁLEZA, M.; QUINTERO, J. M.; SUÁREZ, M. P.; SÁNCHEZ-LUCAS, R.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M. Effect of moderate high temperature on the vegetative growth and potassium allocation in olive plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 207, p. 22-29, 2016.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.26-33, 2008.
- COSTA, K. D. S. NASCIMENTO, M. R.; SANTOS, A. M. M. dos; SANTOS, P. R. dos; CARVALHO, I. D. E. de; CARVALHO FILHO, J. L. S. de; MENEZES, D.; LIMA, T. V.; BRITO, K. S.; MICHELON, G. K. **Melhoramento do quiabeiro quanto à precocidade, produção e qualidade: Uma revisão de literatura**. In: XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2017. p.1-6.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of west indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.32, p.429-439, 2019.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2005. 186p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência Agrotecnologia**, v.38, p.109-112, 2014.
- FERREIRA, L. E. MEDEIROS, J. F. de; SILVA, N. K. C.; LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. de C. Salinidade e seu efeito sobre a produção de grãos do quiabeiro Santa Cruz 47. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, p. 108-113, 2012.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2013. 407p.

- FREIRE, J. L. DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; Lima Neto, A. J. de Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p. 82-91, 2014.
- GALATI, V. C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro ‘Santa Cruz 47’**. Dissertação de mestrado - Jaboticabal: UNESP. 2010, 26p.
- GALATI, V. C.; CECILIO FILHO, A. B.; ALVES, A. U. Crescimento e acúmulo de nutrientes da cultura do quiabeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.191-200, 2013.
- GOES, G. F.; GUILHERME, J. M. da S.; SALES, J. R. da S.; SOUSA, G. G. de. Ambiência agrícola e estresse salino em mudas de quiabo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.13, p.3646-3655, 2020.
- 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, p. 18- 28, 2010.
- HASANUZZAMAN, M.; BHUYAN, M. H. M. B.; NAHAR, K.; HOSSAIN, S.; MAHMUD, J. A.; HOSEN, S.; MASUD, A. A. C.; MOUMITA; FUJITA, M. Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. **Agronomy**, v.8, p.1-29, 2018.
- IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. 2017. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6619#resultado>>. Acesso em 12/07/2022.
- HASANUZZAMAN, M.; BORHANNUDDIN BHUYAN, M. H. M.; NAHAR, K.; HOSSAIN, S.; MAHMUD, J. A.; HOSEN, M. S.; MASUD, A. A. C.; MOUMITA; FUJITA, M. Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. **Agronomy**, v.8, p.1-10, 2018.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; NETO, M. F.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. 472p.
- JÁKLI, B., E.; TAVAKOL, E.; TRÄNKNER, M.; SENBAYRAM, M.; DITTERT, K. Quantitative limitations to photosynthesis in K deficient sunflower and their implications on water-use efficiency. **Journal of Plant Physiology**, v. 209, p. 20-30, 2017.

- JEYAPRABA, J.; MAHENDRAN, S.; SUJIRTHA, N. Growth physiology and membrane permeability of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedlings as affected by salinity. **International Journal of Plant & Soil Science**, v.9, p.1-5, 2016.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILAS-BÔAS, R. L.; ALMEIDA, R. S.; GODOY, L. J. G.; MARCHESE, J. A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. **Horticultura Brasileira**, v.21, p.1- 4, 2003.
- 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, p. 415-420, 2017.
- LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, A. O. da. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v. 34, p. 854-866, 2014.
- MAAS, E. V. Crop tolerance. **California Agriculture**, v.38, p.20-21, 1984.
- MARIN, M. V.; SANTOS, L. S.; GAION, L. A.; RABELO, H. O.; FRANCO, C. A.; DINIZ, G. M. M.; SILVA, E. H. C.; BRAZ, L. T. Seleção de porta-enxertos resistentes a *Meloidogyne enterolobii* e *M. incognita* para quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.77, p.58-67, 2017.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed. New York: Academic Press, 2011. 672p.
- MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pela “GAT” nos estados do RN, PB e CE**. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande: UFPB, 1992. 173p.
- MENEGHELLI, C. M; MONACO, P. A. V. L; CORREA, J. M; BIRCHLER, R; LOSS, J. B. Qualidade da água do Rio Santa Maria do Doce - ES para fins de irrigação. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, p. 1-11, 2016.
- MODESTO, F. J. N.; SANTOS, M. A. C. M.; SOARES, T. M.; SANTOS, P. M. Growth, production and water consumption of okra subjected to salinity under hydroponic conditions. **Irriga**, v. 24, p. 86-97, 2019.
- MONTENEGRO, S. G. L.; SILVA JUNIOR, J. G.; MONTENEGRO, A. A. A.; CARVALHO, J. F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C. Experimentação e

- modelagem do avanço de sais no perfil do solo em área cultivada com repolho sob alternativas de manejo de irrigação, no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, p. 148-155, 2013.
- MORAES, E. R. de; REIS, A. C. dos; SILVA, N. E. P. da; FERREIRA, M.; MENEZES, F. G. de. Nutrientes no solo e produção de quiabo conforme doses de silicato de cálcio e magnésio. **Journal of Neotropical Agriculture**, v.5, p.60-65, 2018.
- MOTA, W. F. da; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Conservação e qualidade pós-colheita de quiabo sob diferentes temperaturas e formas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 12-18, 2010.
- MUNNS, R. Plant adaptations to salt and water stress: differences and commonalities. **Advances in Botanical Research. Academic Press**, v.57, p.1-32, 2011.
- MURPHY, L. R.; KINSEY, S. T.; DURAKO, M. J. Physiological effects of short-term salinity changes on *Ruppia maritima*. **Aquatic Botany**, v.75, p.293–309, 2003.
- NASCIMENTO, P. S.; PAZ, V. P. S.; FRAGA JÚNIOR, L. S.; COSTA, I. P. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Revista Colloquium Agraria**, v.13, p.10-15, 2017.
- NASCIMENTO, I. B.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; LIMA, B. L. C.; SILVA, J. L. A. Desenvolvimento inicial da cultura do pimentão influenciado pela salinidade da água de irrigação em dois tipos de solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, p.37-43, 2015.
- NOVAIS, R. F. et al. (ed.) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA. 1991. Cap.12, p.189-253.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, O. P.; SILVA, J. A.; SILVA, D. F.; DÉBORA, T. D. A.; PINHEIRO, S. M. Produtividade do quiabeiro adubado com esterco bovino e NPK. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.989-993, 2014.
- PAES, H. M. F.; ESTEVES, B. dos S.; SOUSA, E. F, de. Determinação da demanda hídrica do quiabeiro em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 256-261, 2012.
- PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F. de; 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@ambiente**, v.9, n. 2, p. 111-118, 2015.
- REIS, F.; CAMPOSTRINI, E. Microaspersão de água sobre a copa: Um estudo relacionado às trocas gasosas e à eficiência fotoquímica em plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.17, p. 284-295, 2011.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60.
- SÁ, F. V. S.; FERREIRA NETO, M.; LIMA, Y. B. de; PAIVA, E. P. de; PRATA, R. C.; LACERDA, C. F.; BRITO, M. E. B. Growth, gas exchange and photochemical efficiency of the cowpea bean under salt stress and phosphorus fertilization. **Comunicata Scientiae**, v. 9, p. 668-679, 2018.
- SANTOS, S. T. dos. Desempenho de cultivares de manjerição em sistema semi-hidropônico utilizando soluções nutritivas salinizadas. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2019. 93p.
- SANTOS-CIVIDANES, C.M.; FERRAZ, R.B.; SUGUINO, E.; BLAT, S.F.; DA HORA, R.C.; DALL'ORTO, L.T.C. Atributos agronômicos de cultivares de quiabeiro em diferentes sistemas de fertilização. **Ciência & Tecnologia**, v. 2, p. 1-13, 2011.
- SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. dos; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, v.68, p.913–920, 2009.
- SILVA, F. G.; Dutra, W. F.; Dutra, A. F.; Oliveira, I. M. de; Filgueiras, L. M. B.; Melo, A. S. de. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p. 946–952, 2015.
- SILVA, F. L. B. LACERDA, C. F. de; NEVES, A. LE. R.; SOUSA, G. G. de; SOUSA, C. H. C. de; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, v. 18, p. 304-317, 2013.
- SOARES, L. A. dos A.; SILVA, R. G. da; LIMA, G, S. de; SALES, G. N. B.; COSTA, F. B. da.; NETA, A. M. de S. S.; MOREIRA, R. C. L.; GOMES, J. P. Preservation by lactic fermentation and physicochemical characterization of okra produced

- under water salinity and potassium fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, p.2495-2508, 2020.
- SOUZA, I, M. **Produção do quiabeiro em função de diferentes tipos de adubação**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistema), Universidade Federal de Sergipe, 2012. 66p.
- OLIVEIRA, F. A.; PINTO, K. S. O.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L. A.; CAVANCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, à salinidade da água de irrigação. **Revista Ceres**, v.61, p.147-154, 2014.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Editora Artmed. Porto Alegre, Brasil. 2013. 954p.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Embrapa. 573, p. 2017.
- ÜNLÜKARA, A.; SEMİZ, D. G.; YURTSEVEN, E.; KURUNC, A. Growth and evapotranspiration of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as influenced by salinity of irrigation water. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.134, p.160-166, 2008.
- ZANANDREA, I., NASSI, F. L.; TURCHETTO, A. C.; BRAGA, E. J. B.; PETERS, J. A.; BACARIN, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p. 157-161, 2006.
- ZÖRB, C.; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. Potassium in agriculture: Status and perspectives. **Journal of Plant Physiology**, v.171, p.656-669, 2014.