



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

**MORFOFISIOLOGIA DE PORTA-ENXERTO DE CAJUEIRO IRRIGADO COM
ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE SILICATO DE POTÁSSIO**

Discente: Reynaldo Teodoro de Fatima

Orientador: Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre

POMBAL-PB
2018

REYNALDO TEODORO DE FATIMA

**MORFOFISIOLOGIA DE PORTA-ENXERTO DE CAJUEIRO IRRIGADO COM
ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE SILICATO DE POTÁSSIO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre

POMBAL-PB
2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F253m

Fatima, Reynaldo Teodoro de.

Morfofisiologia de porta-enxerto de cajueiro irrigado com águas salinizadas e doses de silicato de potássio / Reynaldo Teodoro de Fatima. – Pombal, 2018.

55 f. : il. color.

Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre".

Referências.

1. *Anacardium occidentale* L. 2. Estresse Abiótico. 3. Manejo da Adubação. 4. Produção de Mudas. I. Nobre, Reginaldo Gomes. II. Título.

CDU 634.573(043)

REYNALDO TEODORO DE FATIMA

**MORFOFISIOLOGIA DE PORTA-ENXERTO DE CAJUEIRO IRRIGADO COM
ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE SILICATO DE POTÁSSIO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA:

Orientador - Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Membro – D.Sc. Amaralina Celoto Guerrero
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Membro - M.Sc. Evandro Manoel Da Silva
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN)

POMBAL-PB
2018

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradeço aos meus pais, José Teodoro Neto e Maria de Fatima de OLiveira, que sempre foram minha maior fonte de inspiração e força. Sou grato aos meus familiares, por acreditarem e apoiarem meu sonho.

Agradeço ao CCTA, por me proporcionar um ambiente criativo e amigável para os estudos. Sou grato à cada membro do corpo docente, à direção e a administração dessa instituição de ensino.

Ao Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre pela orientação, apoio e confiança.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade de participar e pelas contribuições pessoais acerca da monografia.

A minha primeira equipe de pesquisa, Amaralina e Edmar, que sempre serão lembrados!

Agradeço a equipe salinidade: Evandro, Cristiane, Sabrina, Amanda, Israel, Elcimar, Luana, Edinete, Erbia, Carol, Wesley, Felipe, Jorge, Anderson. Em especial a Leandro, Thiago e Joyce, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Aos amigos da universidade Lurdinha, Daniel, Luderlandio, Samanda, Cartaxo, Janiny, Oriel, Erllan, enfim a minha turma...

Meu muito Obrigado!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.....	27
Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis fisiológicas condutância estomática (<i>g_s</i>), concentração de CO ₂ nos espaços intercelulares (<i>C_i</i>), taxa de assimilação de CO ₂ (<i>A</i>), taxa de transpiração da folha (<i>E</i>), eficiência do uso da água (<i>WUE</i>) eficiência intrínseca do uso de água (<i>iWUE</i>) e eficiência instantânea de carboxilação (Φ_c) em porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” irrigado com águas salinizadas e doses de silicato de potássio, aos 55 dias após o semeio (DAS).....	31
Tabela 3. Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto de altura de plantas (TCAap) e diâmetro do caule (TCA _{dc}), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e total (FST), e índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” irrigado com águas salinizadas e doses de silicato de potássio, aos 75 dias após o semeio (DAS).....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposição das sacolas na bancada metálica	26
Figura 2. Visão geral do experimento com os porta-enxerto de cajueiro (A) e avaliação fisiológica com o IRGA (B) aos 55 dias após o semeio- DAS.....	28
Figura 3. Material posto para secar em estufa de circulação de ar (A) e pesagem das fitomassas (B)	29
Figura 4. Condutividade elétrica da água de irrigação e doses de silicato de potássio nas variáveis fisiológicas condutância estomática- <i>gs</i> (A e B) e concentração de CO ₂ nos espaços intercelulares- <i>Ci</i> (C e D) em porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 55 DAS.....	32
Figura 5. Condutividade da água de irrigação (A) e doses de silicato de potássio (B) na taxa de assimilação de CO ₂ - <i>A</i> em porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 55 DAS	34
Figura 6. Condutividade da água de irrigação na taxa de transpiração da folha - <i>E</i> (A) e das doses de silicato de potássio na eficiência do uso da água - <i>WUE</i> (B) em porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 55 DAS.....	35
Figura 7. Condutividade da água de irrigação e doses de silicato de potássio nas variáveis fisiológicas eficiência instantânea de carboxilação - Φ_c (A e B) e eficiência intrínseca do uso de água - <i>iWUE</i> (C e D) em porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 55 DAS.....	36
Figura 8. Condutividade da água de irrigação e doses de silicato de potássio nas taxas de crescimento absoluto de altura de plantas- <i>TCAap</i> (A e B) e diâmetro do caule- <i>TCA_{dc}</i> (C e D) de porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” no período de 35 a 75 DAS.....	39
Figura 9. Condutividade da água de irrigação e doses de silicato de potássio na fitomassa seca da parte aérea- <i>FSPA</i> (A e B) e total- <i>FST</i> (C e D) de porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 75 DAS	41
Figura 10. Condutividade da água de irrigação (A) e doses de silicato de potássio (B) no índice de qualidade de Dickson- <i>IQD</i> de porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 75 DAS	42

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	ASPECTOS GERAIS DO CAJUEIRO (<i>ANACARDIUM OCCIDENTALE</i> L.).....	13
3.2	QUALIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO.....	15
3.3	UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SALINA NA AGRICULTURA.....	17
3.4	EFEITOS DA SALINIDADE NAS RELAÇÕES SOLO-ÁGUA-PLANTA.....	18
3.5	TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE.....	20
3.6	SALINIDADE EM MUDAS DE CAJUEIRO.....	21
3.7	SILÍCIO E POTÁSSIO COMO MITIGADORES DOS ESTRESSES BIÓTICOS E ABIÓTICOS EM PLANTAS.....	22
4	MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	25
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	25
4.3	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	25
4.4	PRODUÇÃO DOS PORTA-ENXERTO.....	26
4.5	APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	27
4.6	VARIÁVEIS ANALISADAS.....	28
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6	CONCLUSÕES	42
7	REFERÊNCIAS	43

RESUMO

A salinidade da água de irrigação consiste em um dos principais fatores limitantes na produção de mudas de cajueiro na região Nordeste do Brasil. Diante disto, objetivou-se com o trabalho avaliar a morfofisiologia em plantas de porta-enxertos de cajueiro “Crioulo” submetido a irrigação com águas salinizadas e doses de silicato de potássio. O trabalho foi desenvolvido em condição de ambiente protegido da Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, campus Pombal – PB. Usou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuído em esquema fatorial 5 x 5, referentes a cinco níveis de condutividade da água de irrigação- CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m⁻¹) e cinco doses de silicato de potássio (0, 250, 500, 750 e 1000 mg de K₂SiO₃ L⁻¹) aplicadas via foliar, com quatro repetições e duas plantas por parcela. As trocas gasosas, crescimento, formação de fitomassa e IQD dos porta-enxerto de cajueiro são reduzidos pelo aumento da CEa da água de irrigação, no entanto, a irrigação com água de CEa 1,7dS m⁻¹, promove redução aceitável de 10% na morfofisiologia do cajueiro “Crioulo”; A dose de 482,27 mg L⁻¹ de silicato de potássio proporcionou melhorias na fisiologia, morfologia e qualidade dos porta-enxertos de cajueiro.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L., estresse abiótico, manejo da adubação, produção de mudas.

ABSTRACT

The salinity of irrigation water is one of the main limiting factors in the production of cashew tree seedlings in the Northeast region of Brazil. In view of this, the objective of this work was to evaluate the morphophysiology of cashew rootstock plants "Crioulo" submitted to irrigation with salinized water and doses of potassium silicate. The work was developed under protected environment conditions of the Federal University of Campina Grande in the Center for Agro - Food Sciences and Technology, Pombal - PB campus. The experimental design was a randomized block design, with treatments distributed in a 5 x 5 factorial scheme, referring to five irrigation water conductivity levels (0.3, 1.0, 1.7, 2.4 e 3.1 dS m⁻¹) and five doses of potassium silicate (0, 250, 500, 750 and 1000 mg of K₂SiO₃ L⁻¹) applied through the leaf with four replications and two plants per plot. The gaseous changes, growth, phytomass formation and IQD of the cashew rootstocks are reduced by the increase of the CEa of the irrigation water, however, irrigation with water of CEa 1,7dS m⁻¹, promotes an acceptable reduction of 10% in the morphology of the cashew tree "Crioulo"; The dose of 482.27 mg L⁻¹ of potassium silicate provided improvements in the physiology, morphology and quality of cashew rootstocks.

Key words: *Anacardium occidentale* L., abiotic stress, fertilization management, seedling production.

1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) consiste em um frutífera tropical nativa do Brasil que, devido a sua adaptação as condições edafoclimáticas, é amplamente cultivada no Nordeste brasileiro (SUASSUNA et al., 2017). Situação essa que torna essa região a maior produtora de castanha, com uma área plantada em torno de 616.189 ha, respondendo por cerca de 98,7% da produção nacional, sendo os estados do Ceará (42.597 t), Rio Grande do Norte (33.912 t) e Piauí (28.292 t) os principais produtores de castanha (IBGE, 2017)

A importância econômica do cajueiro é atribuída principalmente a industrialização da castanha de caju para exportação e a industrialização do pedúnculo voltado para o mercado interno, onde a maior parte é utilizada *in natura* ou na produção do suco integral (CARNEIRO et al., 2013; SILVA et al., 2013). No semiárido nordestino sua importância socioeconômica é ainda mais acentuada, uma vez que a maior parte da produção é composta por pequenos produtores, com a colheita ocorrendo na entressafra de outras culturas, que favorece a permanência de mão-de-obra no campo, além de gerar aproximadamente 55 mil empregos anualmente (ALMEIDA et al., 2017).

Nessas áreas a grande variabilidade genética do material vegetal torna-se um fator limitante da expressão do potencial produtivo do cajueiro. Como alternativa as mudas enxertadas vem ganhando destaque por possibilitar o uso de materiais genéticos mais produtivos e adaptados a condições edafoclimáticas permitindo assim reproduzir qualidades de interesse agrônomo da planta matriz e proporcionar uma produção precoce e homogênea (FERREIRA et al., 2016). Para tanto, a indicação de porta-enxertos baseia-se na melhor adaptação deles às condições ambientais e à compatibilidade com a copa, o que afeta diretamente a produtividade, pois quando a qualidade das mudas são afetadas a expressão do potencial produtivo dos genótipos superiores do cajueiro é limitado (MENDONÇA et al., 2010; MOTA et al., 2010).

Na região Nordeste do Brasil os longos períodos de estiagem associadas a alta evapotranspiração tem forçado os viveiros de produção de mudas a utilizar água

com elevadas concentrações de sais na irrigação, limitando assim a qualidade dos porta-enxertos pelo estresse salino (CAVALCANTE et al., 2010; TORRES et al., 2014). Tal efeito ocorre devido o excesso de sais afetar negativamente as atividades fisiológicas e bioquímicas das plantas e, ocasionar reduções na absorção e transporte dos nutrientes, além de proporcionar o acúmulo de íons tóxicos, limitando o desenvolvimento do vegetal (NOBRE et al., 2013).

Neste sentido, pesquisas vem sendo realizadas para tentar amenizar tais efeitos. Dentre estas, o emprego da técnica de adubação que favorece a aquisição de nutrientes pelas plantas em condições de salinidade vem ganhando destaque (SILVA et al., 2011).

A adubação potássica vem apresentando resultados satisfatórios no que diz respeito à tolerância das plantas ao estresse salino, em virtude do potássio ser reconhecido como vital para diversos processos biológicos nas células das plantas, tais como, ativação enzimática, respiração, fotossíntese e competição com elementos tóxicos, além de melhorar no balanço hídrico (KUMAR et al., 2007; VIANA; KIEHL, 2010). Bem como a adoção do silício que ameniza os efeitos de toxidez induzidos por excesso de Na^+ nos compartimentos celulares, além de aumentar a capacidade de defesa antioxidante em várias espécies vegetais, mediante o aumento da atividade de enzimas correlacionadas com o mecanismo de defesa das plantas (GRATÃO et al., 2005; ASHRAF; FOOLAD, 2007).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a morfofisiologia em plantas de porta-enxertos de cajueiro “Crioulo” submetido a irrigação com águas salinizadas e doses de silicato de potássio

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação sob as trocas gasosas, variáveis de crescimento, fitomassa e qualidade de porta-enxerto de cajueiro sob aplicação via foliar de diferentes doses de silicato de potássio;

Determinar o nível de tolerância à salinidade da água de irrigação do porta-enxertos de cajueiro crioulo submetido à distintas doses de silicato de potássio;

Determinar a dose de Silicato de Potássio adequada para a produção de porta-enxerto de cajueiro;

Identificar a melhor combinação da dose de silicato de potássio com a salinidade da água de irrigação que favoreça a produção de porta-enxerto de cajueiro.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)

O cajueiro tem como centro de origem o nordeste brasileiro, mas foi difundida por todo o mundo pelos exploradores portugueses, como especiaria, no século XVI (MENDONÇA, 2014). Hoje, além do Brasil, o cajueiro é cultivado comercialmente em muitas áreas tropicais do mundo incluindo a África, sudeste da Ásia, Índia e Austrália, sendo a Índia e o Brasil atualmente os principais produtores (MCLAUGHLIN, 2014).

A espécie, botanicamente classificado como *Anacardium occidentale* L., pertence à família Anacardiaceae; da qual fazem parte cerca de 60 a 70 gêneros e 400 a 600 espécies (CARNEIRO et al., 2007). Apresenta como principais características folhas simples, dispostas alternadamente no tronco, com um curto pecíolo (haste possuindo cerca de 6 centímetros de comprimento, com a ponta arredondada). Seus frutos, a castanha, consiste em um aquênio reniforme, contendo um líquido viscoso, vermelho, acre, cáustico e inflamável, comumente chamado LCC (líquido da casca da castanha), se desenvolve por seis a oito semanas após a polinização, com o pedúnculo (maçã ou pseudofruto) desenvolvendo-se mais intensamente durante as duas últimas semanas. O fruto e o pedúnculo caem juntos e espontaneamente após sete a oito semanas (MENEZES;ALVES, 1995).

Dentre suas qualidades comerciais destaca-se a cadeia agroindustrial do caju, que compreende um conjunto de atividades que geram vários produtos intermediários e finais. Do processamento da castanha em casca (verdadeiro fruto),

resulta a amêndoa de castanha de caju e o líquido da castanha de caju, ambos de grande valor comercial. Do pedúnculo, são produzidas as bebidas (notadamente o suco e a cajuína) e outros produtos (principalmente doces e ração animal). O caju é ainda vendido como fruto de mesa (FIGUEIREDO et al., 2010).

Diante disto, consiste em uma frutífera grandemente difundida no território nacional, ocupando uma área aproximada de 619.290 ha com uma produção estimada de 118.004 toneladas de castanha na safra 2017. Destaque para a região Nordeste que afere cerca de 98,7% da produção nacional, cerca de 116.450 toneladas de castanha. A região Norte (1.459 t) e Centro-oeste (95 t) completam a produção nacional de castanha do Brasil (IBGE, 2017).

Mesmo com tamanha produção, o nordeste brasileiro consiste na região com o menor rendimento médio de castanha comercializada, cerca de 193 kg/ha, sendo essa 67 e 69% inferior a região Centro-oeste (594 kg/ha) e Norte (625 kg/ha), respectivamente (IBGE, 2017).

Dentre os principais motivos da baixa produtividade do cajueiro na região nordeste do Brasil, destaca-se que a maioria da formação dos pomares é proveniente de mudas oriundas de sementes de cajueiro comum (SUASSUNA et al. 2017). Conferindo assim porte elevado, com altura variando de 8 a 15 m e envergadura da copa que chega a atingir 20 m, além de apresentar uma distribuição variada de ramos e formatos de copa, que vai desde ereta e compacta até aberta e dispersa, que dificulta a colheita e os tratamentos culturais (ARAGÃO, 2015). Além disso, por ser uma espécie alógama, as plantas desses cajueiros são heterozigotas, com grande variabilidade genética e fenotípica, ocasionando uma grande variação na produção de castanha e o pedúnculo (ADJEI;MANTE, 2007).

Como alternativa para esse problema, na década de 1980, iniciou-se a geração de novas tecnologias para a cadeia produtiva do caju, em que se destaca a disponibilização de genótipos geneticamente superiores, com plantas de alto potencial de produção de frutos por unidade de área, porte baixo e produção precoce, denominados cajueiro-anão-precoce. Esse tipo apresenta o florescimento normalmente aos 6 meses, com estabilização da produção ocorrendo após o décimo ano. Sendo normalmente disponibilizadas por meio de mudas enxertadas, normalmente via garfagem lateral, mantendo assim as características produtivas da

planta matris em todo o pomar (VIDAL NETO et al., 2013; SERRANO et al., 2013; CAVALCANTI JÚNIOR, 2005).

No entanto, na região Nordeste, verifica-se uma enorme carência de oferta de mudas produzidas com tecnologia que garanta a qualidade genética e fitossanitária e, conseqüentemente, assegure o fortalecimento econômico da exploração, para atender às exigências dos mercados consumidores, dificultando assim a produção de mudas enxertadas de cajueiro (CAVALCANTI JÚNIOR; CHAVES, 2001; CHAVES et al., 2000).

Segundo Barbosa (2016) a resistência dos próprios agricultores em substituir o antigo cajueiro pelas mudas enxertadas com cajueiro anão-precoce, corrobora com a baixa produtividade dos pomares de cajueiros no Nordeste brasileiro.

3.2 Qualidade de água para irrigação no Nordeste brasileiro

A irrigação é uma das tecnologias aplicadas na agricultura que mais tem contribuído para o aumento na produção de alimentos, principalmente no semiárido nordestino. Pois nessa região ocorre um complexo quadro de escassez de água, onde o balanço hídrico é negativo, devido à evaporação superior a precipitação sendo a técnica de irrigação a única maneira de se garantir a produção agrícola com segurança (SILVA, 2017; ARAÚJO, 2012).

As águas superficiais do semiárido geralmente são de melhor qualidade, mas apresentam grande variabilidade por serem sujeitas à elevadas taxas de evaporação, tornando-as salinas pela concentração dos sais, atingindo, em alguns casos, concentrações que impedem o seu uso para consumo humano e na agricultura (SOUZA et al., 2016).

Já as águas subterrâneas encontradas abaixo do subsolo, onde formam os lençóis freáticos, são as que mais enfrentam problemas por conta dos sais, sendo essas variações sazonais, pois é influenciada pelos condicionantes hidrológicos e climáticos, seja pelo efeito da diluição dos sais pela recarga pluviométrica, seja pelo efeito de concentração pela evaporação acentuada (ANDRADE et al., 2012; SOUZA et al., 2016).

Na avaliação da qualidade da água, os padrões estabelecidos para uso na irrigação são mais simples do que aqueles utilizados para consumo humano, devido serem avaliados uma menor quantidade de parâmetros. A concentração do íon cloreto (Cl) e a condutividade elétrica (CE) são os principais parâmetros físico-químicos utilizados na classificação de uma água para fins agrícolas, pois são capazes de influenciar, de maneira diferenciada, no crescimento das diversas espécies vegetais. Os efeitos da qualidade da água sobre os vegetais estão relacionados não só as espécies químicas nela dissolvidas, mas também variam em função da espécie vegetal (tolerância à salinidade, ciclo biológico, etc.) e dos solos (permeabilidade, porosidade, textura, etc.) onde se desenvolvem (LIMA et al., 2014).

Almeida (2010) ainda salienta a importância de se realizar as determinações do potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), total de sais dissolvidos (TSD), íons: sódio (Na⁺), potássio (K⁺), cálcio (Ca⁺²), magnésio (Mg⁺²), cloretos (Cl⁻), sulfatos (SO₄⁺²), carbonatos (CO₃⁻²) e bicarbonatos (HCO₃⁻), além da análise do íon boro (B⁺), devido sua toxicidade inerente em grandes concentrações.

Sendo que em regiões áridas e semi-áridas essa concentração de sais nas águas de irrigação varia de acordo com a taxa de evaporação e com as propriedades químicas das rochas/solos atravessados por estas águas (COSTA; GHEYI, 1984). Segundo esses autores, a falta de uma informação completa e sistemática a respeito de suas qualidades poderá conduzir ao uso de águas de qualidade inadequada, com os conseqüentes efeitos deletérios sobre as propriedades físicas e químicas dos solos.

Holanda et al. (2010) observaram que 73,8% de águas da região semiárida são de salinidade média a baixa, entretanto, 60% apresentam perigo de toxidez de sódio ou cloreto. Uma vez que nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, de maneira geral, há predominância, principalmente, de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂, na proporção de 7:2:1 (MEDEIROS, 1992).

Lobato et al. (2008) ressalta que o uso intensivo de praticamente todas as águas de boa qualidade implica que, tanto nos projetos novos como nos antigos que requerem águas adicionais, é importante que se recorra às águas de qualidade inferior. Diante disto, para evitar problemas conseqüentes, deve existir planejamento

efetivo que assegure melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade (AYERS; WESTCOT, 1999).

3.3 Utilização da água salina na agricultura

O uso de água salina no processo produtivo da agricultura, vêm sendo apontado como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semiárido brasileiro, substituindo a utilização de água potável (FEITOSA et al., 2015). No entanto, Silva et al. (2011) em seu trabalho, afirmam que toda água usada na irrigação contém sais dissolvidos, sendo que o efeito destes sais sobre as características químicas e físicas de solos irrigados é de grande importância para manutenção da sua capacidade produtiva. Todavia, em decorrência do inadequado balanço de sais, comumente verificado por falta de drenagem, observa-se uma gradativa salinização do perfil do solo irrigado e progressivo aumento das áreas com problemas de sais (CORDEIRO, 2001).

Com isso, a salinização dos solos pela utilização desenfreada da irrigação se torna uma das principais causadoras de impactos ambientais negativos de origem antrópica no Semiárido. Podendo ocorrer pelo o uso de água de baixa salinidade em condições de má drenagem do solo e de manejo incorreto da irrigação, ou através do emprego de águas salobras, que catalisam o processo da salinização, e conseqüentemente potencializando seus efeitos (ALVES et al., 2011).

Reduções no crescimento e produção provenientes da utilização de águas salinas na irrigação já foram observadas por pesquisadores nas principais frutíferas da região nordeste. Destacando-se a perda de qualidade dos frutos do coqueiro (FERREIRA NETO, 2007); redução no porte de goiabeiras (ALI-DINAR et al., 1999), redução da produção em maracujazeiro (LIMA et al., 2012) e diminuição no desenvolvimento inicial do cajueiro (MORAIS et al., 2007).

Segundo Richards (1954) para se evitar problemas de natureza antrópica, deve-se usar a água de irrigação sob condições pré estabelecidas, a respeito da textura do solo, velocidade de infiltração, drenagem, quantidade de água usada, clima e finalmente à tolerância da cultura aos sais.

3.4 Efeitos da salinidade nas relações solo-água-plantas.

A salinidade é considerada um dos fatores abióticos que mais limita a produção vegetal e aproximadamente 20% do total das terras agricultáveis apresentam altas concentrações de sal (FAO, 2016). Sendo que tais limitações estão relacionados desde a perda das qualidades físico-químicas do solo até danos no metabolismo das plantas.

Oliveira (2017) define o termo “solo salino” como um solo que contenha sais solúveis o suficiente para comprometer as propriedades físicas e químicas deste solo e afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas, e o mais importante, o comprometimento da produtividade, em decorrência do estresse osmótico e iônico. Sendo que Rengasamy (2010) em seu estudo estabeleceu que os sais solúveis mais encontrados nos solos considerados salinos são denominados de cloretos, sulfatos e bicarbonatos de Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} .

A implicação prática da salinidade sobre o solo é a perda da fertilidade e a susceptibilidade à erosão, além da contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas (SCHOSSLER et al., 2012). Acarretadas pela desestruturação do solo que ocasiona um aumento da densidade e redução das taxas de infiltração de água, proporcionada pelo excesso de íons sódicos, resultando na dificuldade de crescimento, respiração, expansão radicular, além da absorção de água e fixação de CO_2 pela planta (RHOADES et al., 2000; TÁVORA et al., 2001).

Prado (2007) ainda ressalta a redução acentuada na absorção dos nutrientes ocasionada pela grande concentração de sais no sistema radicular da planta, interferindo assim na absorção principalmente de N, S, Ca e Mg. Deste modo, a salinidade pode afetar a fisiologia das plantas cultivadas devido às alterações químicas e físicas do solo (SERTÃO, 2005; SCHOSSLER et al., 2012).

Segundo Garcia et al. (2010), os incrementos da salinidade promovem uma redução do potencial matricial do solo, que por ventura ocasiona uma maior resistência à absorção de água pelas plantas por aumentar pressão osmótica no solo, atingindo valores em que as plantas não terá forças de sucção suficiente para superar o potencial do solo. A consequência deste aumento da salinidade na solução do solo é a diminuição da disponibilidade e da absorção de água, afetando a

divisão e o alongamento das células, diminuindo, assim, a altura da planta e o número de folhas (TESTER;DAVENPORT, 2003) .

Visto que os primeiros sintomas observados da salinidade esta associado ao efeito osmótico, que restringe o transporte de água e nutrientes para a planta, desencadeando rapidamente uma sequência de reações, moduladas por hormônios, que levam restrição à abertura estomática e assimilação fotossintética do CO₂ (SILVEIRA et al., 2010). Segundo os mesmos autores, a medida que os íons salinos se acumulam em excesso no citosol das células das plantas surgirão problemas de toxicidade (fase tóxica ou iônica) nas plantas expostas à salinidade, ocasionando a senescência e a morte celular programada, sendo essa fase responsável pela sintomatologia visual da toxicidade iônica tais como clorose foliar (degradação de clorofila) e surgimento de pontos necróticos no limbo foliar, como os sintomas de apoptose ou morte celular.

Graciano et al. (2011) estabelece que o excesso de sais pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas, que reduzem o potencial osmótico e proporciona a ação dos íons sobre o protoplasma. Tais efeitos resultam em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais além do acúmulo de íons tóxicos (SOUZA et al., 2010). Diante disto, as plantas estabelecem alguns processos adaptativos, dentre eles destaca-se o transporte e a distribuição de íons tóxicos nos vários órgãos do vegetal, bem como a compartimentação desses íons dentro das células como forma de sobrevivência (ZANANDRES et al., 2006; GARCIA et al., 2010).

Silva et al. (2008) atribuem o declínio da produtividade das culturas em condições de salinidade elevada, mediante a redução do crescimento das plantas, à baixa capacidade fotossintética, devido a limitações estomáticas e não estomáticas, decorrentes do fechamento estomático e da diminuição na atividade de fixação do carbono (ZANANDRES et al., 2006). A redução da capacidade fotossintética em função da salinidade pode ser também atribuída à diminuição do conteúdo dos pigmentos fotossintéticos, pois a salinidade reduz o teor de clorofila em plantas sensíveis e aumenta em plantas tolerantes ao sal (JAMIL et al., 2007; GRACIANO et al., 2011).

Os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito da salinidade, de modo que a taxa de crescimento e a capacidade fotossintética, são bons parâmetros para a avaliação dos efeitos da salinidade, tal como a capacidade da planta para tolerar esse estresse (CORREIA et al., 2009; GARCIA et al., 2010).

3.5 Tolerância das plantas à salinidade

Algumas espécies vegetais apresentam mecanismos que lhes permitem sobreviver em ambientes altamente salinos (SCHOSSLER et al., 2012). Sendo essa resultado dos processos adaptativos relacionados a absorção, transporte e distribuição de íons em diferentes órgãos da planta (FARIAS et al., 2009).

Para Willadino e Camara (2010) as respostas ao estresse salino variam amplamente dependendo do genótipo da planta, que enquanto algumas espécies apresentam elevada tolerância à salinidade, outras são altamente susceptíveis. Diante disto, as plantas são classificadas em dois tipos: as Halófitas, que são plantas tolerantes e se desenvolvem em solos salinos, conseguindo completar seu ciclo; e as Glícófitas, que não são capazes de se desenvolver em ambientes com elevadas concentrações salinas, correspondendo a grande maioria das plantas cultivadas (OLIVEIRA, 2017).

Fernandes et al. (2010) destacam que muitas plantas halófitas apresentam mecanismos de exclusão de Na^+ e Cl^- através de estruturas morfológicas de adaptação, tais como glândulas secretoras, pêlos vesiculares e abscisão foliar. Tal exclusão se dá, nas glândulas secretoras pela eliminação ativa dos sais presentes nas folhas; enquanto que nos pêlos vesiculares, que são células epidérmicas modificadas, ocorre acúmulo de sais no protoplasto que quando morrem levam o sal acumulado em seu interior, sendo substituídos logo em seguida por novos pelos; e pela abscisão foliar, onde ocorre o acúmulo de grandes quantidades de sais nas folhas velhas antes do processo de senescência (WILLADINO; CAMARA, 2010).

Amorim et al. (2010) ressaltam que a tolerância à salinidade não é apenas a quantidade de sais totais na parte aérea da planta que deve ser levado em conta, mas, principalmente, a capacidade de manter um gradiente diferenciado de Na^+ e Cl^- entre as folhas velhas e novas, restringindo a importação para as folhas jovens.

Segundo Munns (2005) os mecanismos de tolerância das plantas em resposta aos efeitos específicos dos sais são de dois tipos: os que minimizam a entrada de sal na planta; e aqueles que reduzem a concentração de sal no citoplasma, sendo que a maioria das plantas impedem a entrada do sal presente na solução do solo, permitindo que apenas 2% sejam transportados no xilema para os brotos.

Botella et al. (2005) exaltam que as plantas glicófitas podem apresentar certa tolerância ao estresse salino, através de estratégias similares às aquelas existentes nas halófitas, proporcionando assim um desenvolvimento satisfatório em condições de salinidade.

Já Ashraf et al. (2010), estabelecem que as plantas quando sujeitas ao estresse salino são sujeitas à adaptações para que ocorra seu desenvolvimento, destacando-se alterações morfológicas, com redução da área foliar e aumento do espessamento foliar; anatômicos, através da suculência e excreção de sal; e as fisiológicas/ bioquímicas, como ajustamento osmótico, seletividade de íons, exclusão de sal, compartimentalização iônica celular, eliminação de espécies reativas de oxigênio, acumulação de solutos compatíveis e respostas estomáticas.

Para Oliveira (2013) a sobrevivência das plantas a ambientes salinos depende da regulação da concentração iônica intracelular, de modo a manter o equilíbrio entre os processos fisiológicos que controlam o crescimento e o desenvolvimento vegetal. Portanto, os papéis metabólicos da compartimentalização dos íons no vacúolo, bem como o controle do seu transporte para os tecidos de modo uniforme, podem conferir tolerância aos sais (ASHRAF, 1994; OLIVEIRA, 2013).

3.6 Salinidade em mudas de cajueiro

O cajueiro é considerada uma planta glicofita, sofrendo reduções no seu crescimento com a elevação da salinidade, sendo a fase inicial de seu desenvolvimento a mais afetada (ABREU et al., 2008; FERREIRA-SILVA et al., 2008). No entanto em plantas adultas, não são observados efeito decorrente da exposição aos sais (AMORIM et al., 2010). Situação essa que estimula os estudos

de técnicas para amenizar os efeitos deletérios da salinidade na fase de germinação (MARQUES et al., 2011) e formação de mudas (BRILHANTE et al., 2007).

Sousa et al. (2011) estudando a germinação e o desenvolvimento inicial de cajueiro comum, sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) de 0; 3; 6; 9 e 12,0 dS m⁻¹, concluíram que a porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência são as variáveis mais afetadas pela salinidade chegando a uma redução total de 58 e 72%, no maior nível salino, bem como altura de plântula, diâmetro, área foliar, matéria seca das folhas, matéria seca do caule e matéria seca da raiz.

Enquanto Ponte et al. (2011), avaliando dez porta-enxertos de cajueiro (seis do tipo anão e quatro do gigante) sob duas concentrações de NaCl (0 e 50 mmol L⁻¹), também observaram decréscimos no crescimento das mudas, sendo as fitomassas da parte aérea do grupo anão-precoce as variáveis mais afetadas, enquanto no grupo gigante, o efeito é mais intenso sobre o sistema radicular.

Bezerra et al. (2003), estudando os níveis salinos na água de irrigação de 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹, observaram que independente da forma de aplicação da água (solo ou foliar) ocorre o decréscimo na fotossíntese, chegando a inibir em 63% nas irrigações via solo. Fato esse explicado pelo acúmulo de sódio e cloro nas folhas do cajueiro que elevaram-se as concentrações em 40% e 34% no maior nível salino, respectivamente.

3.7 Silício e potássio como mitigadores dos estresses bióticos e abióticos em plantas

O silício é um elemento que tem despertado bastante interesse entre técnicos e agricultores, pelos inúmeros benefícios que traz às culturas, incluindo aumentos na produtividade e na resistência a estresses bióticos e abióticos, tais como excesso de metais pesados, deficiência hídrica, doenças fúngicas e estresse salino (TONIN, 2005).

Segundo elemento em abundância na crosta terrestre, o silício, mesmo não sendo considerado um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, vem sendo associado a diversos efeitos benéficos, dentre os quais se destacam: o baixo coeficiente de transpiração, com melhor aproveitamento da água;

maior teor de clorofila e rigidez estrutural dos tecidos, com o aumento da resistência mecânica das células, deixando as folhas mais eretas, proporcionando aumento na área fotossintética e a absorção de CO₂ (BRAGA et al., 2009; CARVALHO et al., 2009). Somam-se a isto, a diminuição do autossombreamento e a redução do acamamento; aumento do número de folhas e da matéria seca; retardo da senescência e proteção contra ataque de patógenos e insetos pela formação de uma barreira mecânica, devido a deposição deste elemento nos tecidos vegetais (LIMA et al., 2011).

Além disto, plantas com níveis mais elevados de silício tendem a conter mais nitrogênio em seus tecidos, resultando em aumento na produção de fotoassimilados, devido ao incremento na taxa fotossintética acarretada pela maior quantidade de substrato para a incorporação do nitrogênio nos esqueletos carbônicos (TONIN, 2005).

O Si penetra na planta através das raízes via fluxo de massa na forma de ácido monossilícico H₄SiO₄ (YOSHIDA, 1975; TAKAHASHI, 1996). No interior da planta onde permanece imovel, 99% de Si acumulado encontra-se na forma de ácido silícico polimerizado, sendo o restante (1%) encontrado na forma coloidal ou iônica (YOSHIDA, 1975).

Segundo Teodoro (2015) o acúmulo de sílica nos órgãos de transpiração proporciona a formação de uma dupla camada de sílica cuticular, a qual, pela redução da transpiração, faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor.

Desta maneira, seu efeito benéfico em ambiente sob estresse salino está associado a diminuição da concentração de sais na planta devido à diminuição da transpiração, evitando a absorção de Na⁺ e/ou seu transporte das raízes para a parte aérea; além de estimular o aumento da atividade de enzimas antioxidantes, como catalase e peroxidase, capazes de combater a ação de espécies reativas de oxigênio (ERO's), produzidas pelo excesso de sais, que causam distúrbios no metabolismo e danos às membranas. (BARBOSA et al., 2014; ZHU; GONG, 2014; KIM; KWAK, 2010).

O potássio é absorvido pelas raízes na forma de K⁺, sendo esse processo essencialmente ativo. Ele desempenha várias funções na planta: controle da turgidez do tecido, ativação de muitas enzimas envolvidas na respiração e

fotossíntese, abertura e fechamento dos estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, resistência à geada, seca, salinidade e doença, resistência ao acamamento e manutenção da qualidade dos produtos (MARSCHNER, 2012; KUMAR et al., 2007). Além disso, o potássio nas plantas estimula o aproveitamento do nitrogênio possibilitando que sua absorção, assimilação, nutrição e, conseqüentemente sua produtividade, sejam aumentadas (VIANA; KIEHL, 2010).

Em situações que apresentam limitações na disponibilidade de potássio, ocorre o funcionamento irregular dos estômatos da planta, diminuindo a assimilação de CO₂ e a taxa fotossintética, situação essa observada frequentemente em ambientes salinos que devido a maior disponibilidade de sódio no solo, restringe a absorção de potássio devido a competição iônica entre Na⁺ e K⁺, ocasionando uma deficiência (BOSCO et al., 2009). Com isso plantas bem nutridas e potássio podem apresentar uma maior tolerância a salinidade, devido reduzir a absorção e o efeito toxico do sódio (GURGEL et al., 2010).

Estañ et al. (2005) acrescenta que uma maior relação K⁺/Na⁺ no tecido de plantas, sob estresse salino, é considerada como um importante marcador de resistência à salinidade. Pois a acumulação de K⁺ e de outros solutos compatíveis na célula vegetal, tais como prolina, glicina betaína e açúcares é considerada um importante mecanismo bioquímico e fisiológico envolvido com a resistência das plantas à salinidade (ASHRAF; HARRIS, 2004; ASHRAF; FOOLAD, 2007; SILVA et al., 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

O trabalho foi conduzido entre os meses de Agosto e Novembro de 2017, em casa de vegetação, na Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar do Campus de Pombal – PB, cujas coordenadas geográficas são 06° 46' S de latitude e 37° 49' W de longitude e 178 metros de altitude, localizada na microrregião do Sertão paraibano (PEREIRA et al., 2015). Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh semiárido quente, temperatura média anual de 28°, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média anual de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982).

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuído em esquema fatorial 5 x 5, referentes a cinco níveis de condutividade da água de irrigação- CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m⁻¹) e cinco doses de silicato de potássio (0, 250, 500, 750 e 1000 mg de K₂SiO₃ L⁻¹) aplicadas via foliar, com quatro repetições e duas plantas por parcela.

4.3 Descrição dos tratamentos

A escolha dos níveis salinos foram baseados em Sousa et al. (2011), que observaram redução no crescimento das mudas de cajueiro a partir do nível salino da água de irrigação de 1,58 dS m⁻¹. As águas de diferentes salinidades foram preparadas pela adição de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂, mantendo-se uma proporção equivalente a 7:2:1, respectivamente, à água do sistema de abastecimento local (0,3 dS m⁻¹). Sendo esta proporção comumente encontrada nas águas utilizadas para irrigação na região Nordeste (MEDEIROS, 1992).

Como fonte de K₂SiO₃ utilizou-se o produto comercial Quimifol Silício composto de 10% de silício e 10% de potássio totalmente solúvel em água. Sendo as doses de silicato de potássio escolhidas com base na inexistência de trabalhos

na produção de mudas de cajueiro, mas respeitando a dose recomendada de potássio para vaso de 150 mg de K dm⁻³ proposta por Novais et al. (1991).

Como material vegetal usou-se o genótipo de cajueiro “Crioulo” adaptado as condições de semiaridez, além das plantas apresentarem produtividade, e tamanho das castanhas satisfatória quando comparadas a outras plantas crioulas da região. Estas foram provenientes de uma área de exploração comercial localizada no Município de Severiano Melo – RN. O uso de material crioulo tem como principais vantagens um rápido crescimento e alta adaptação as condições ambientais vigentes (MESQUITA et al. 2010), sendo bastante utilizado na produção de porta-enxerto em viveiros de produção de muda da região. As sementes foram selecionadas conforme tamanho e sanidade, baseadas nas recomendações de Carbajal et al. (1995), eliminando-se as que boiassem após imersão com água.

4.4 Produção dos porta-enxerto

Os porta-enxertos foram obtidos através da utilização de sacolas de polietileno, com capacidade volumétrica de 1150 mL, perfurados na base, para livre drenagem da água. Para o preenchimento utilizou-se um substrato composto de 85% de solo, 10% de areia fina e 5% de esterco bovino curtido, conforme a recomendação de Araujo (2017). As sacolas foram dispostas em bancada metálica (cantoneira), a uma altura de 0,8 m do solo (Figura 1).



Figura 1. Disposição das sacolas na bancada metálica

As características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento (Tabela 1) foram analisadas conforme metodologia proposta por Claessen (1997) no laboratório de Solo e Nutrição de Planta do CCTA/UFCG.

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

Atributos químicos								
pH	CEa	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
CaCl ₂ 1:2,5	dS m ⁻¹	mg/dm ³	cmol/dm ³					
7,41	1,21	778	0,43	1,17	7,8	1,7	0,00	0,00
Atributos Físicos								
Areia	Silte	Argila	ds	dp	Porosidade	Classe textural		
g kg ⁻¹			g cm ⁻³		%			
778	136	76	1,48	2,86	48	Areia- franca		

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C

A semeadura foi realizado no dia 29 de agosto de 2017, usando uma semente por sacola, cujo substrato encontrava-se na capacidade de campo com água de abastecimento (CEa de 0,3 dS m⁻¹), sendo inserida a castanha na posição vertical com base voltada para cima (ponto de inserção da castanha ao pedúnculo), na profundidade de aproximadamente 1,0 cm, conforme recomendações da EMBRAPA- CNPAT (CAVALCANTI JÚNIOR; CHAVES, 2001). Durante o período de germinação e emergência de plântulas o solo foi mantido próximo a capacidade de campo, com irrigações realizadas sempre ao final da tarde (17 horas) e usando água de abastecimento.

4.5 Aplicação dos tratamentos

Aos 30 dias após a semeadura (DAS), iniciou-se a aplicação das águas salinizadas, com irrigações diárias de forma manual, usando uma proveta graduada, correspondente ao tratamento. O volume aplicado em cada irrigação era determinado com base no processo de lisimetria de drenagem, fornecendo-se, diariamente, o volume de água evapotranspirada, de modo a elevar o solo ao nível de capacidade de campo, utilizando-se da seguinte forma: selecionou-se 15 sacolas que foram colocadas coletores, sendo aplicada diariamente o volume retido nas sacolas, determinado pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado da irrigação anterior (BERNARDO et al., 2006). Sendo aplicado a cada 15 dias, uma fração de lixiviação de 10% com base no volume aplicado neste período, com o propósito de reduzir o acúmulo de sais do substrato.

As adubações com silicato de potássio iniciaram aos 31 DAS, dividida em uma aplicação foliar semanal, durante 5 semanas, realizadas ao final da tarde por meio de pulverizadores. Para a aplicação das doses de K_2SiO_3 usou-se 8 litros de solução, sendo aplicado um volume total de 200 ml por planta, consistindo assim em uma acumulação de 0, 50, 100, 150 e 200 mg de silicato de potássio para cada acréscimo de 250 mg L^{-1} de K_2SiO_3 nos tratamentos. O controle fitossanitário foi realizado juntamente com o semeio, através da aplicação de um produto a base de enxofre, registrado para a cultura e caracterizado por uma rápida ação inicial e curta persistência. As capinas foram efetuadas sempre que necessárias, para controlar a incidência de plantas invasoras nocivas à cultura de interesse.

4.6 Variáveis analisadas

Aos 55 DAS (Figura 2 A), usando-se um analisador de gás por infravermelho (IRGA) modelo LCPro+, determinou-se as trocas gasosas dos porta-enxerto de cajueiro, através da taxa de transpiração nas folhas (E), concentração intercelular de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s) e taxa de assimilação de CO_2 (A). Com estes dados estabeleceu a: eficiência do uso da água ($WUE = A/E$), eficiência intrínseca do uso de água ($iWUE = A/g_s$) e eficiência instantânea de carboxilação ($\Phi_c = A/C_i$) (ZHANG et al., 2001). As medidas de trocas gasosas foram realizadas no período das 7:00 às 9:00 horas da manhã, em uma folha madura completamente expandida, usando-se fonte de luz artificial com intensidade de $1200\text{ MJ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ e CO_2 obtido da atmosfera a uma altura de 2,5 m (Figura 2B).



Figura 2. Visão geral do experimento com os porta-enxerto de cajueiro (A) e avaliação fisiológica com o IRGA (B) aos 55 dias após o semeio- DAS.

Para avaliação do efeito dos tratamentos sobre o crescimento das plantas foram mensuradas no período entre 35 à 75 DAS, a taxa de crescimento absoluto (TCA) para altura de plantas (TCA_{ap}) e diâmetro de caule (TCA_{dc}). A determinação da taxa de crescimento absoluto (TCA) foi obtida empregando-se metodologia proposta por Benicasa (2003), conforme descrito na equação 1:

$$TCA = \frac{(A_2 - A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad \text{Eq. 1}$$

em que: TCA = taxa de crescimento absoluto; A_2 = crescimento da planta no tempo t_2 ; A_1 = crescimento da planta no tempo t_1 ; e $t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as amostragens.

A determinação das fitomassas foram realizadas aos 75 DAS através de uma avaliação destrutiva das plantas; que foram coletadas, em seguida separadas em folha, caule e raiz (lavadas em água corrente). Posteriormente, o material foi acondicionada em sacos de papel previamente identificados e colocados em estufa de circulação de ar à 65 °C por 72 hora (Figura 3A). Após obtenção do peso constante foi realizada a determinação da fitomassas seca da parte aérea - FSPA (soma das fitomassas de folha e caule) e fitomassa seca total - FST (FSPA + fitomassa seca de raiz) em balança de precisão de 0,01 g (Figura 3 B). A avaliação destrutiva ocorreu nessa época devido os porta-enxertos já apresentarem diâmetro do caule igual ou superiores a 5 mm, que é o recomendado para a prática da enxertia, finalizando assim a época de produção de mudas.



Figura 3. Material posto para secar em estufa de circulação de ar (A) e pesagem das fitomassas (B).

A qualidade do porta-enxerto foi determinada através do índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas, por meio da fórmula de Dickson, et al. (1960), descrita pela equação 2.

$$IQD = \frac{(FST)}{(AP/DC) + (FSPA/FSR)} \quad \text{Eq. 2}$$

em que: IQD = índice de qualidade de Dickson; AP = altura de planta (cm); DC = diâmetro do caule (mm); FST = fitomassa seca total de planta (g); FSPA = fitomassa seca da parte aérea de planta (g); e FSR = fitomassa seca de raiz de planta (g).

4.7 Análise estatística

As variáveis foram avaliadas mediante análise de variância, pelo teste F (1 e 5% de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014). A escolha da regressão foi feita mediante melhor ajuste em base de coeficiente de determinação (R^2) e levando-se em consideração uma provável explicação biológica.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme o resumo de análise de variância (Tabela 2) constata-se que houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação e das doses de silicato de potássio sobre condutância estomática, concentração de CO_2 nos espaços intercelulares, taxa de assimilação de CO_2 , eficiência intrínseca do uso de água e eficiência instantânea de carboxilação. Já para a variável transpiração notou-se apenas efeito significativo para salinidade da água de irrigação; houve efeito das doses de silicato de potássio para eficiência do uso da água. Ademais não se verificou efeito de significância na interação entre salinidade da água de irrigação e doses de silicato de K sobre os portas-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 55 DAS para nenhuma variável estudada.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis fisiológicas condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*Ci*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), taxa de transpiração da folha (*E*), eficiência do uso da água (*WUE*), eficiência intrínseca do uso de água (*iWUE*) e eficiência instantânea de carboxilação (Φ_c) em porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” irrigado com águas salinizadas e doses de silicato de potássio, aos 55 dias após o semeio (DAS).

Fonte de variação	GL	QUADRADO MEDIO						
		<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>WUE</i>	<i>iWUE</i>	Φ_c
Salinidade (S)	4	0,0057**	507,2*	20,80**	0,63**	0,302 ^{ns}	968.669**	0.0004**
Reg.linear	1	0,015**	1529,6**	39,00**	2,17**	0,05 ^{ns}	2034.65**	0.0007**
Reg. Quad.	1	0,004**	139,24 ^{ns}	16,00**	0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}	412.93*	0.0003**
Silicato de K (D)	4	0,0013**	876,3**	8,78**	0,05 ^{ns}	0,354**	1890.4**	0.0001**
Reg.linear	1	0,0016*	2,40 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,295*	947.5**	0.0000 ^{ns}
Reg. Quad.	1	0,0012*	3320**	33,93**	0,11 ^{ns}	0,97**	4751.61**	0.0006**
Interação (S x D)	16	0,0006 ^{ns}	345,54 ^{ns}	4,40 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,352 ^{ns}	245.26 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
Bloco	2	0,0004 ^{ns}	282,24 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,19 ^{ns}	7.40 ^{ns}	0.0000 ^{ns}
CV (%)		26,75	6,33	11,18	16,41	8,41	13.70	9.58

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$

A condutância estomática (*gs*) foi a variável mais afetada pela salinidade da água de irrigação (Figura 4A), com redução linear na ordem de 15,16% por aumento unitário da CEa, resultando em decréscimo total de 42,45% na *gs* das plantas submetidas a irrigação com CEa de 3,1 dS m⁻¹, em relação com as plantas irrigadas com a menor salinidade (0,3dS m⁻¹). Fato esse relacionado com o fechamento dos estômatos que reduz a saída de vapor de água e a difusão de CO₂ para os locais de carboxilação, refletindo na diminuição da concentração intracelular de CO₂ e posterior diminuição da fotossíntese líquida (OLIVEIRA et al., 2017).

As doses de silicato de potássio proporcionaram efeito polinomial quadrático (Figura 4B), com a dose estimada de 625 mg de K₂SiO₃ L⁻¹ apresentando um aumento de 25,54% na condutância estomática quando comparadas com o porta-enxerto que não receberam aplicação foliar do silicato de potássio. Sendo explicado pela regulação estomática proporcionada pelo aumento na disponibilidade de potássio e silício, que atuam no controle de abertura e fechamento dos estômatos (TAIZ;ZEIGER, 2017).

Mesmo com tamanha redução na abertura estomática, a concentração de CO₂ nos espaços intercelulares, conforme a Figura 4C, apresentou apenas um decrescente de 2,13% por aumento unitário da condutividade da água de irrigação, chegando a uma redução total de 12,77 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (6%) quando comparado a maior CEa com o menor CEa (3,1 e 0,3 dS m⁻¹, respectivamente). Tal fato mostra que a demanda de CO₂ para os processos fotoquímicos do vegetal não sofreu danos em quantidades consideradas com o fechamento estomático.

Já as doses de silicato de potássio proporcionou efeito de regressão quadrática na Ci (Figura 4D), com os melhores resultados encontrados na dose de 530 mg de K₂SiO₃ L⁻¹ (214,999 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), sendo essa 8,65% superior as plantas que não receberam aplicações do produto via foliar. Estando relacionado com o aumento da condutância estomática nas doses de silicato de potássio, proporcionando uma maior entrada de CO₂ pela abertura estomática.

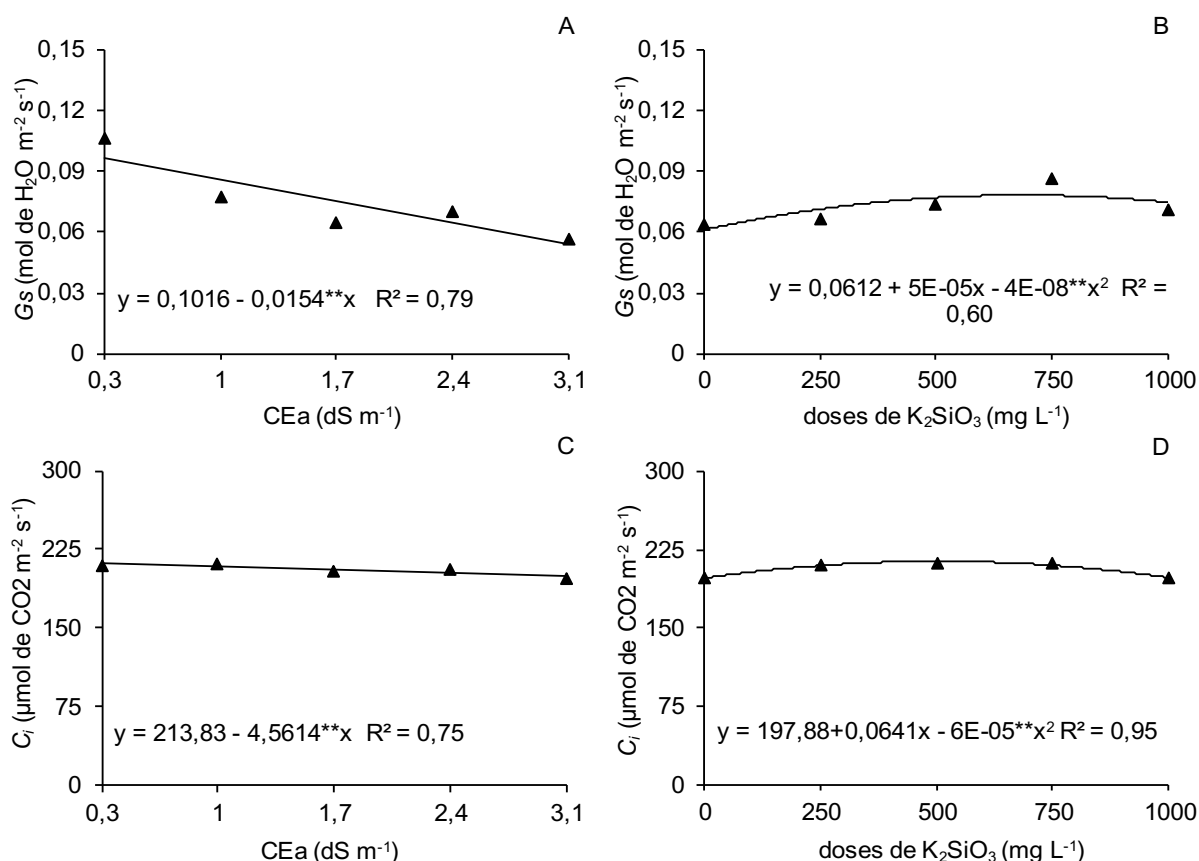


Figura 4. Condutividade elétrica da água de irrigação e doses de silicato de potássio nas variáveis fisiológicas condutância estomática- *gs* (A e B) e concentração de CO₂ nos espaços intercelulares- *Ci* (C e D) em porta-enxerto de cajueiro "Crioulo" aos 55 DAS.

Para a taxa de assimilação de CO₂ em função da salinidade da água de irrigação (Figura 5A), verifica-se que à medida que se elevam as CEa houve uma redução na assimilação do CO₂, sendo encontrado o valor máximo de 8,83 μmol de CO₂ m⁻² s⁻¹ na CEa de 0,3 dS m⁻¹. Esse tipo de comportamento demonstra que a redução do processo fotossintético não se deve apenas a redução da abertura estomática, mas, também, ao desbalanço entre a produção e a remoção de EROs produzidas durante o processo fotossintético, ocasionando alterações metabólicas que resultam em danos oxidativo como peroxidação lipídica, danos nas membranas celulares e degradação de proteínas (CARVALHO et al., 2011). Silva et al., (2015), ainda complementam, que quando a disponibilidade de água é limitada ocorre uma menor formação de ATP e NADPH e, assim, menos CO₂ é fixado, reduzindo a eficiência do fotossistema II por depender de H₂O para geração de energia química.

Reduções sobre a taxa de assimilação de CO₂ pelo aumento da salinidade da água de irrigação também foram observadas por Sousa et al.,(2011), que trabalhando com genótipo de cajueiro comum obtiveram para cada incremento unitário na CEa decréscimo de 7,4% para variável. Reduções similares foram encontradas por Bezerra et al. (2003), que estudando genótipos de cajueiro anão precoce observou-se para cada incremento unitário na CEa decréscimo de 11,5% para na taxa de assimilação de CO₂.

Avaliando a taxa de assimilação de CO₂ em função das doses de silicato de potássio (Figura 5B), constatou-se efeito quadrático, com o ponto de máxima (7,46 μmol de CO₂ m⁻² s⁻¹) obtido na dose de 567 mg de K₂SiO₃ L⁻¹, sendo essa 34,66% maior ao encontrado nas plantas que não receberam os tratamentos com K₂SiO₃ (5,54 μmol de CO₂ m⁻² s⁻¹). Denota-se que este fato ocorre em função do aumento da relação K/Na nas folhas do cajueiro e o aumento de enzimas antioxidantes pelo silício, que reduziram o efeito tóxico do sódio na planta e, conseqüentemente, o desbalanço nutricional, melhorando os processos fotossintéticos (GURGEL et al., 2010; BARBOSA et al., 2014; ZHU; GONG, 2014).

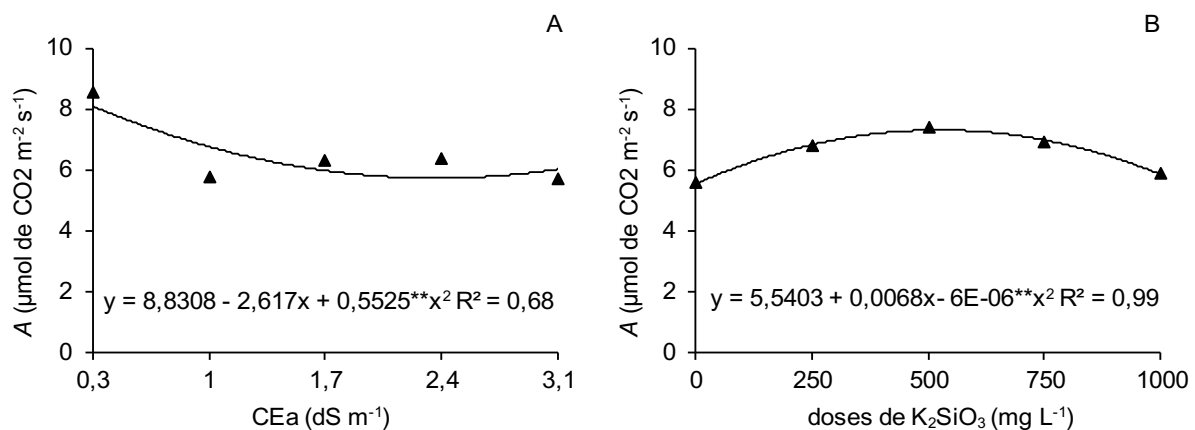


Figura 5. Efeito isolado da condutividade da água de irrigação (A) e doses de silicato de potássio (B) na taxa de assimilação de CO₂- A em porta-enxerto de cajueiro "Crioulo" aos 55 DAS.

A taxa de transpiração da folha (E) apresentou comportamento linear decrescente (Figura 6A), apresentando uma redução de 8,24% por aumento unitário da CEa, sendo que na condutividade elétrica de 3,1 dSm⁻¹ esse decréscimo chegou a 23,08%, resultando em uma redução de 0,48 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹ na transpiração quando comparadas com as plantas sob salinidade de 0,3 dS m⁻¹. Circunstancia essa que pode estar relacionada a uma alternativa para evitar a absorção de água salina pelo vegetal, pois manterá um menor fluxo de seiva na planta e, assim, uma menor absorção de ions tóxicos (OLIVEIRA et al.,2010).

Em relação a eficiência do uso da água, as aplicações de silicato de potássio nos porta-enxertos de cajueiro "Crioulo" proporcionaram conforme equação de regressão, efeito quadrático (Figura 6B), com o ponto de máxima se situando na dose estimada de 450 mg de K₂SiO₃ L⁻¹, ampliando assim a WUE em 6,48% em relação as que não receberam aplicações do produto. Denota-se que tal fato pode estar relacionado a formação de uma dupla camada de sílica cuticular nos estômatos que reduz a transpiração e a exigência de água pelas plantas (TEODORO et al, 2015).

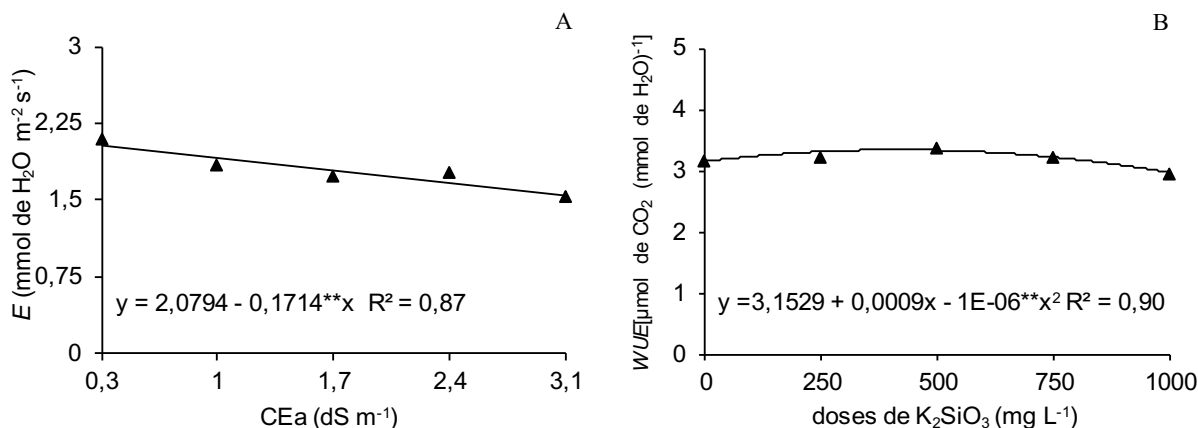


Figura 6. Efeito isolado da condutividade elétrica da água de irrigação na taxa de transpiração da folha- E (A) e das doses de silicato de potássio na eficiência do uso da água - WUE (B) em porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 55 DAS.

Na eficiência instantânea de carboxilação (Φ_c), a salinidade da água de irrigação proporcionou efeito linear decrescente (Figura 7A), com os aumentos unitários da CEa reduzindo 10,65% sua eficiência, chegando a uma limitação total de 29,82% no maior nível salino (3,1 dS m⁻¹) quando comparado com o de 0,3 dS m⁻¹. De acordo com Larcher (2004), o aumento na concentração de CO₂ nas plantas submetidas a salinidade está relacionada ao fato que o dióxido de carbono que chega às células do mesofilo não ser fixado na fase carboxilativa, possivelmente por restrições metabólicas no ciclo de Calvin, reduzindo assim a taxa fotossintética.

Entretanto, a aplicação da dose estimada de 530 mg L⁻¹ de silicato de potássio proporcionaram uma melhoria de 27,57 % na Φ_c , quando comparada com as plantas que não receberam adubação (Figura 7B). Mostrando assim que as plantas submetidas a adubação silicatada são mais eficientes na assimilação de CO₂, provavelmente pelo acúmulo de silício deixarem as folhas mais eretas e favorecer uma maior captação de energia luminosa e por ventura uma melhor fotossíntese (GUBERT; DELAI, 2011).

A eficiência intrínseca do uso de água ($iWUE$) foi afetada de forma positiva com o aumento da salinidade da água de irrigação até a CEa de 2,6 dS m⁻¹ (Figura 7C), apresentando um acréscimo de 26,62% quando comparada com a salinidade de 0,3 dS m⁻¹. Tal aumento pode ser explicado pelo fato de que, embora a fotossíntese seja reduzida com o aumento da salinidade, o fechamento parcial dos estômatos não limitou a quantidade de CO₂ para os processos fotossintéticos, mas contribuiu para a

redução da transpiração foliar, acarretando em menores perdas de água e consequente absorção dos íons tóxicos (NEVES et al., 2009).

As doses crescentes de silicato de potássio também influenciaram de forma positiva a *iWUE* (Figura 7D), exercendo efeito quadrático, com o melhor resultado se encontrando na dose estimada de 417 mg de $K_2SiO_3 L^{-1}$, que proporcionou um acréscimo de 16,74% quando comparado com as plantas que não foram sujeitas a adubação silicatada. Neste caso, a diminuição da abertura estomática está associada ao efeito do silício, que devido sua deposição nos órgãos de transpiração reduz a condutância estomática (CARVALHO et al., 2009).

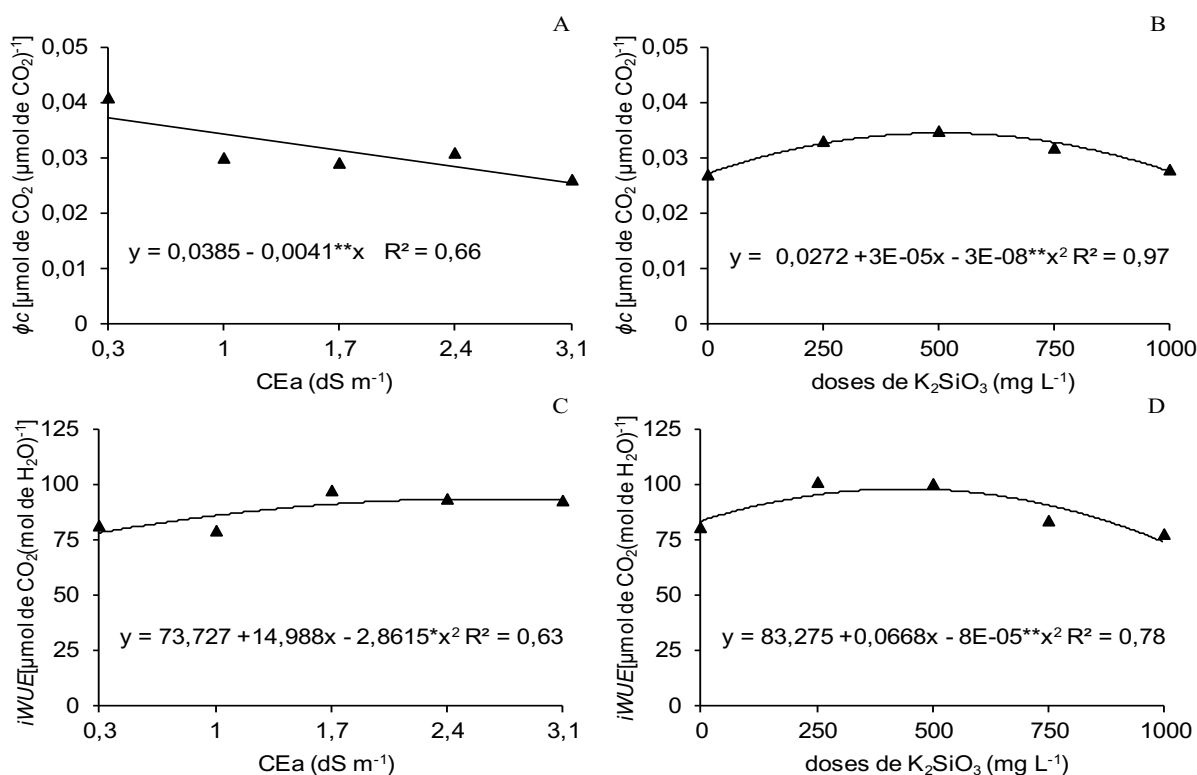


Figura 7. Efeito isolado da condutividade da água de irrigação e doses de silicato de potássio nas variáveis fisiológicas eficiência instantânea de carboxilação- Φ_c (A e B) e eficiência intrínseca do uso de água- *iWUE* (C e D) em porta-enxerto de cajueiro “Crioulo”.

Verifica-se, com base nos resultados da análise de variância (Tabela 3), efeito significativo isolado dos fatores salinidade da água de irrigação e doses de silicato de potássio sobre todas as variáveis estudadas aos 75 DAS (taxa de crescimento absoluto para altura de planta e diâmetro do caule; fitomassa seca da parte aérea e total; e índice de qualidade de Dickson). Contudo, não observou-se efeito significativo para interação entre os fatores (S x DK) sobre estas variáveis.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto de altura de plantas (TCAap) e diâmetro do caule (TCAdc), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e total (FST), e índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” irrigado com águas salinizadas e doses de silicato de potássio, aos 75 dias após o semeio (DAS).

Fonte de variação	GL	QUADRADO MEDIO				
		TCAap	TCAdc	FSPA	FST	IQD
Salinidade (S)	4	0,052228**	0,000393**	2,438**	4,086**	0,030**
Reg. linear	1	0,141002**	0,001177**	7,992**	15,59**	0,074**
Reg. Quad,	1	0,037081**	0,000083 ^{ns}	0,047 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Silicato de K (SK)	4	0,017910**	0,000084*	1,521**	2,174*	0,021*
Reg. inear	1	0,012101 ^{ns}	0,000062 ^{ns}	0,156 ^{ns}	0,158 ^{ns}	0,031*
Reg. Quad,	1	0,048610**	0,000263**	5,558**	7,812**	0,048*
Interação (S x SK)	16	0,009024 ^{ns}	0,000041 ^{ns}	0,214 ^{ns}	0,561 ^{ns}	0,004 ^{ns}
Bloco	3	0,013484*	0,000026 ^{ns}	0,332 ^{ns}	2,187*	0,0001 ^{ns}
CV (%)		14,06	15,91	10,90	13,23	15,14

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$

Analisando taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAap), em função dos níveis salinos, verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o linear decrescente (Figura 8A), com redução de 7,19% na TCAap por aumento unitário na CEa, proporcionando no nível salino de 3,1 dS m⁻¹ uma redução de 20,13% (0,106 cm dia⁻¹) quando comparado com as plantas irrigadas na CEa de 0,3 dS m⁻¹. Freire et al., (2010) associa tais reduções ao efeito do sais sobre a pressão de turgescência das células, que diminui o conteúdo de água nos tecidos, resultando em redução na expansão da parede celular, causando decréscimo no crescimento das plantas. Esses efeitos são condizentes ao encontrado por Torres et al. (2014), que estudando mudas de cajueiro anão precoce observou reduções lineares na TCAap de 4,4% por aumento unitário na CEa de irrigação, com o maior nível chegando a 12,5 dS m⁻¹, avaliados dos 10 ao 70 os dias após a germinação.

A TCA_{ap} também foi influenciada pelo aumento da adubação silicatada e potássica, que apresentou, conforme equação de regressão, comportamento quadrático (Figura 8B), encontrando-se o maior valor (0,05 cm dia⁻¹) na dose estimada de 495 mg K₂SiO₃ L⁻¹, que foi de 11,04% superior ao encontrado nas plantas sem aplicações foliares do produto. Tal efeito está relacionado aos ganhos fotossintéticos das plantas sob aplicações foliares de K₂SiO₃, por terem promovido ajustamento osmótico das suas folhas pelo acúmulo de solutos, garantindo assim a manutenção da turgescência celular e o consequente crescimento (FREIRE et al., 2010; WILLADINO; CAMARA, 2010).

Quanto a taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (Figura 8C), os acréscimos da salinidade da água de irrigação acarretam reduções lineares de 8,51% em cada aumento unitário na CE_a de irrigação, que contribuíram para uma redução total de 0,010 mm dia⁻¹ (23,83%) na CE_a de 3,1 dS m⁻¹ quando comparada as plantas irrigadas com a salinidade de 0,3 dS m⁻¹. Situação essa que também foi observada por Torres et al. (2014) ao estudar o crescimento inicial de cajueiro anão precoce no período de 10 a 70 dias após a germinação. Os mesmos autores atribuíram tal decréscimo do crescimento pelo aumento da salinidade ao desvio de substratos energéticos para os processos de síntese de compostos orgânicos, osmoticamente ativos, e necessários a compartimentação e regulação do transporte de íons.

Em relação ao fator doses de K₂SiO₃, o melhor modelo de regressão para a TCA_{dc} foi o quadrático (Figura 8D), com o máximo de ganho situado na dose de 485 mg L⁻¹ do silicato de K, sendo esse 14,33% superior ao encontrado nos tratamentos sem aplicação do produto. Tal efeito pode estar relacionado ao estímulo ocorrido pelo silicato de potássio no aproveitamento do nitrogênio pela planta, possibilitando que sua absorção, assimilação, nutrição e, conseqüentemente sua produtividade, sejam aumentadas (VIANA; KIEHL, 2010). Bem como ao aumento na produção de fotoassimilados, acarretada pela maior quantidade de substrato para a incorporação do nitrogênio nos esqueletos carbônicos (TONIN, 2005).

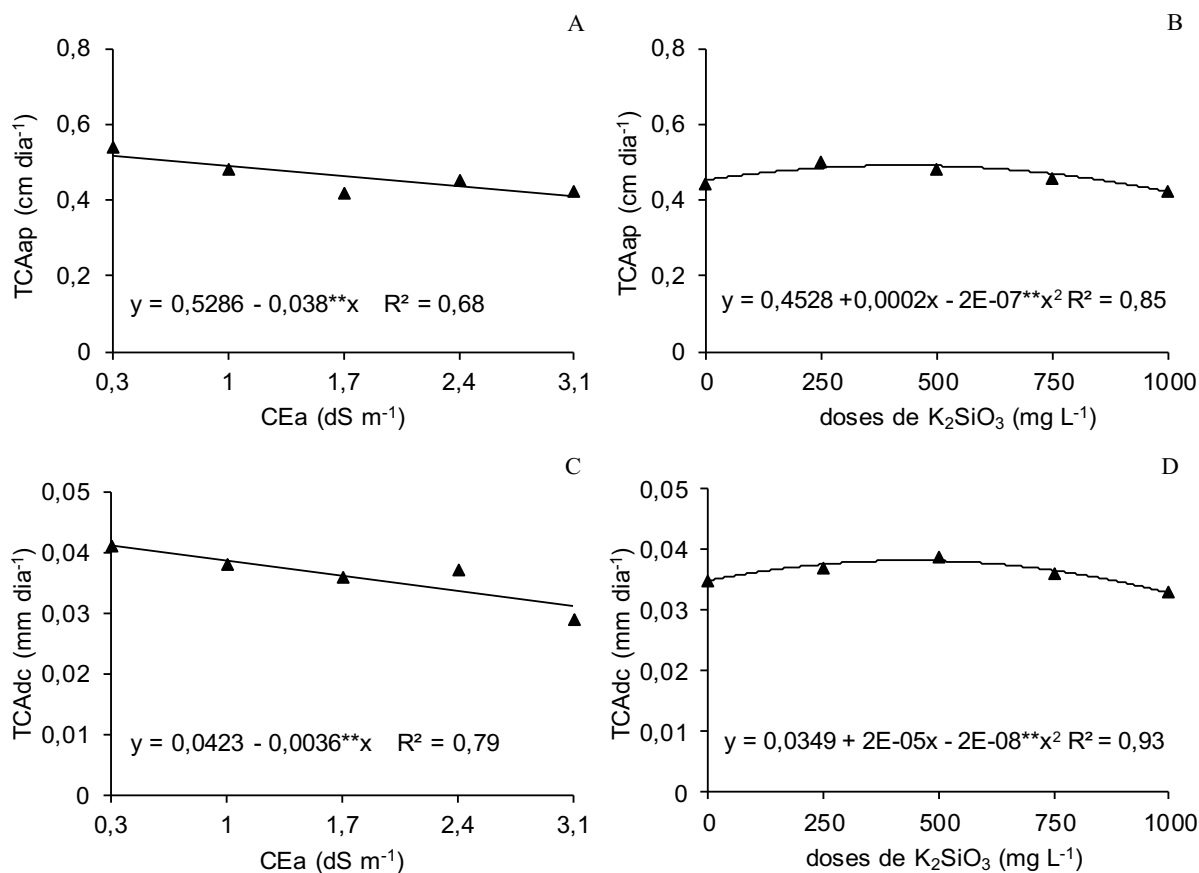


Figura 8. Efeito isolado da condutividade da água de irrigação e doses de silicato de potássio nas taxas de crescimento absoluto de altura de plantas - TCAap (A e B) e diâmetro do caule - TCAdc (C e D) de porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” no período de 35 a 75 DAS.

O aumento da CEa afetou de forma negativa a fitomassa seca da parte aérea dos porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” (Figura 9A), chegando a proporcionar redução de 5,02% na FSPA por aumento unitário da condutividade da água de irrigação, equivalente a decréscimo de 0,8 g (14,06%) no nível salino de 3,1 dS m⁻¹ em relação as plantas irrigadas com água de 0,3 dS m⁻¹. De acordo com Taiz e Zeiger (2017), as perdas na acumulação de fitomassa em plantas sob estresse salino são provocadas pela abscisão e redução da área foliar, em função da senescência precoce causada pela ação tóxica do excesso de sais na água de irrigação.

Conforme a equação de regressão (Figura 9B), observa-se que o incremento nas doses de silicato proporcionaram efeito quadrático na variável MSPA, com o valor máximo (5,57g) alcançado na dose de 600 mg de K₂SiO₃ L⁻¹, ou seja, 14,83%

superior às plantas testemunhas. Sendo esse aumento consequência das melhorias no metabolismo e fotossíntese, observados anteriormente, pelo silicato de potássio .

O aumento da salinidade na água de irrigação exerceu efeito negativo sobre a FST aos 75 DAS (Figura 9C), ocorrendo, segundo equação de regressão, redução linear de 5,48% por aumento unitário na CEa, e de 15,39% no nível de CEa de 3,1 dS m⁻¹ em relação as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹. Ponte et al. (2011), avaliando dez porta-enxertos (seis do tipo anão e quatro do gigante) sob duas concentrações de NaCl (0 e 50 mmol L⁻¹), também observou decréscimo na fitomassa seca total das mudas de cajueiro, sendo que a influencia de cada parte da planta variou com os grupos de cajueiro estudado, ou seja, o grupo anão precoce apresentando maiores redução de massa seca da parte aérea, quanto que no grupo gigante, o efeito é maior no sistema radicular.

Morais et al. (2007), observando o decréscimo da FST pelo aumento da salinidade em mudas de cajueiro CCP06, associou tais efeitos a ineficiência das raízes em prevenir o acúmulo excessiva de Na⁺ e Cl⁻ na parte aérea, onde o acúmulo dos mesmos no citosol celular afeta a atividade de várias enzimas, causando mudanças quantitativas e qualitativas no metabolismo das plantas, resultando em baixa produção de energia, além de provocar distúrbios na assimilação de N e no metabolismo de proteínas, refletindo assim na redução da produção de MST (RUBIO et al., 2004; TAIZ; ZEIGER, 2017).

Em relação ao fator doses de silicato de potássio, o modelo de regressão ao qual os dados se ajustaram melhor em termos de fitomassa seca total aos 75 DAS foi o quadrático (Figura 9D), onde nota-se resposta positiva do fornecimento da adubação silicatada e potássica até a dose de 465 mg de K₂SiO₃ L⁻¹, promovendo aumento de 10,51% na acumulação de FST, quando comparadas às plantas sem aplicações do produto. Fato esse que pode ser explicado pelas várias funções do potássio na planta, onde destacasse a ativação de muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese, manutenção do equilíbrio iônico e da turgidez das células, controle da abertura e do fechamento dos estômatos, síntese e degradação de amido, transporte de carboidratos no floema, além de resistência à várias formas de estresse (GURGEL et al., 2010).

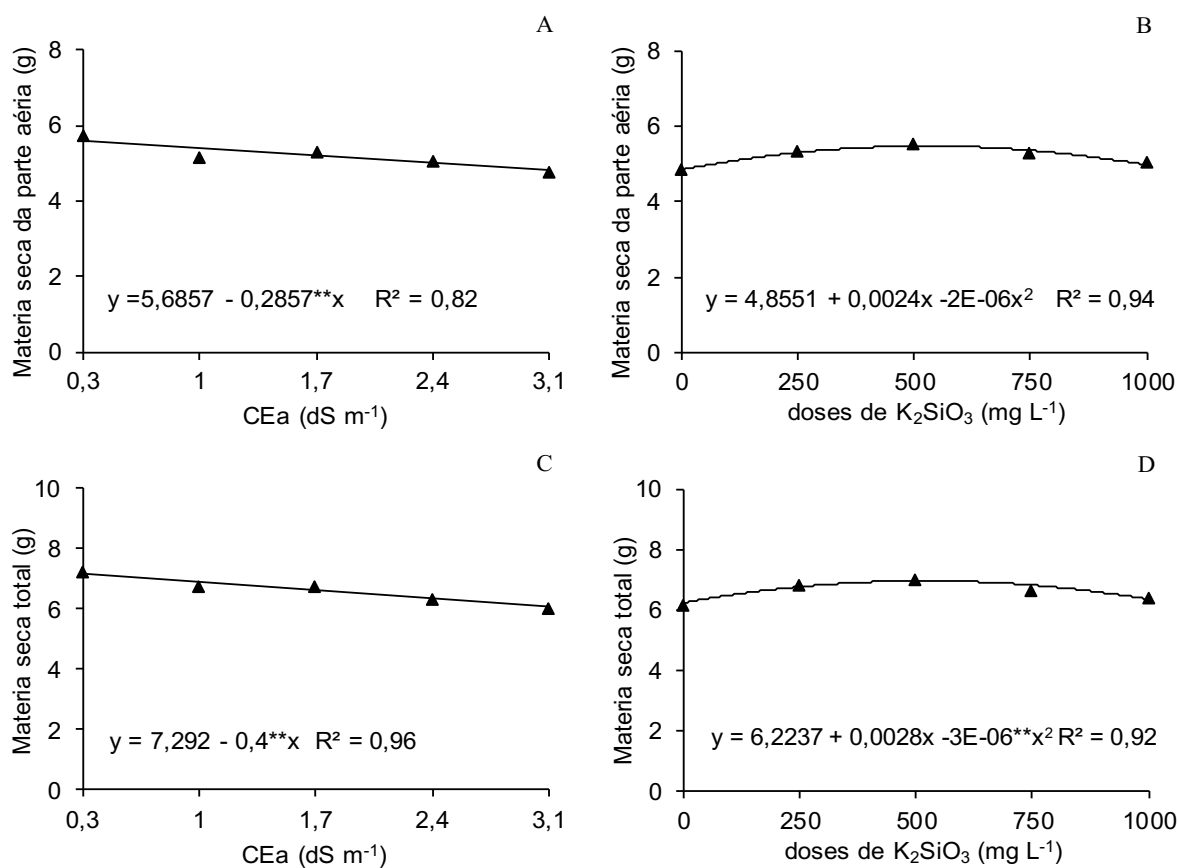


Figura 9. Efeito isolado da condutividade da água de irrigação e doses de silicato de potássio na fitomassa seca da parte aérea - FSPA (A e B) e total - FST (C e D) de porta-enxerto de cajueiro "Crioulo" aos 75 DAS.

Observa-se para o índice de qualidade de Dickson (IQD), na Figura 10A, que os porta-enxertos de cajueiro apresentaram comportamento linear decrescente de 4,68% por aumento unitário da CEa, corroborando assim para uma redução total de 13,10% no maior nível salino, quando comprado com a CEa de 0,3 dS m⁻¹. Mesmo com tamanha redução, as mudas de cajueiro na CE de 3,1 dS m⁻¹ ainda apresentavam o IQD superior a 0,5, sendo considerado de boa qualidade para o estabelecimento no campo, pois apresenta o IQD maior que 0,2 (Gomes, 2001). Todavia este autor ressalta que quanto maior o valor de IQD, melhor será a qualidade da muda. As reduções provenientes do estresse salino se dá pelo IQD se basear na relação altura e diâmetro e na alocação de biomassa entre raiz e parte aérea (FONSECA, 2000), sendo esses parâmetros negativamente afetados pelos efeitos osmótico, tóxico e nutricional do excesso de sais (SILVEIRA et al., 2010).

Observa-se (Figura 10B) que o aumento das doses de silicato de potássio ocasionou efeito quadrático sobre o IQD, onde segundo equação de regressão, o valor máximo de 0,58 foi atingido nas plantas submetidas à dose de 142 mg de $K_2SiO_3 L^{-1}$, sendo esse valor 2,44% superior nas plantas que não receberam aplicação do produto. Segundo Binotto (2007) o índice de qualidade de Dickson é mencionado como uma promissora medida morfológica integrada e apontado como bom indicador da qualidade de mudas, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, ponderando assim vários parâmetros importantes (JOHNSON;CLINE, 1991; FONSECA, 2000).

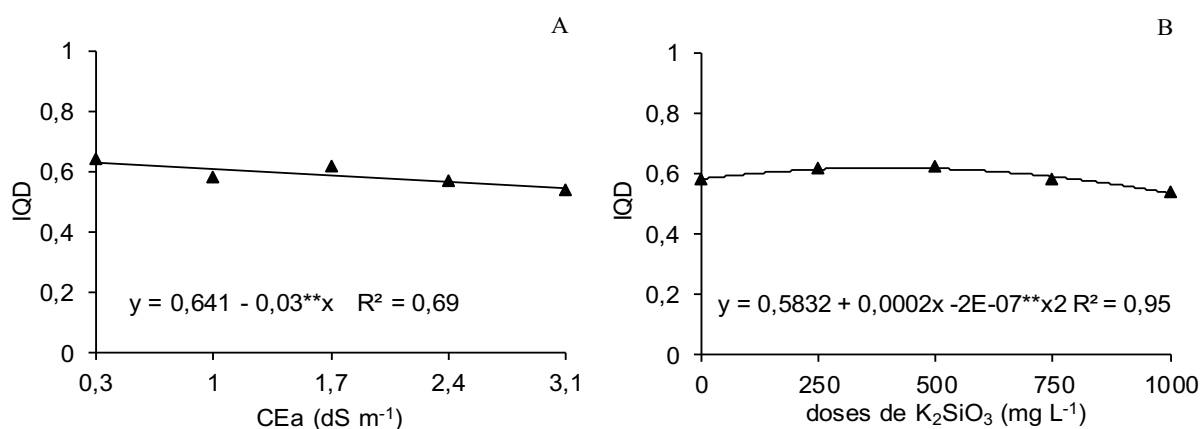


Figura 10. Efeito isolado da condutividade da água de irrigação (A) e doses de silicato de potássio (B) no índice de qualidade de Dickson- IQD de porta-enxerto de cajueiro “Crioulo” aos 75 DAS.

6 CONCLUSÕES

As trocas gasosas, crescimento, formação de fitomassa e IQD dos porta-enxerto de cajueiro são reduzidos pelo aumento da CEa da água de irrigação, no entanto, a irrigação com água de CEa 1,7dS m⁻¹, promove redução aceitável de 10% na morfofisiologia do cajueiro “Crioulo”;

A dose de 482,27 mg L⁻¹ de silicato de potássio proporcionou melhorias na fisiologia, morfologia e qualidade dos porta-enxertos de cajueiro;

7 REFERÊNCIAS

- ABREU, C. E. B.; PRISCO, J. T.; NOGUEIRA, A. R. C.; BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Physiological and biochemical changes occurring in dwarf-cashew seedlings subjected to salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, p.105- 118, 2008.
- ADJEI, P.Y.; MANTE, D. Sources of rootstock, scion wood type, and duration of scion defoliation on graft success in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Ghana Journal of Horticulture**, v.6, p.59-64, 2007.
- ALI-DINAR, H.M.; EBERT,G.; LUDDERS, P. Growth, chlorophyll content, photosynthesis and water relations in guava (*Psidium guajava* L.) under salinity and different nitrogen supply. **Gartenbauwissenschaft**, 64 (2):54-59, 1999.
- ALMEIDA, L. H. F.; CORDEIRO, S. A.; PEREIRA, R. S.; COUTO, L. C.; DE SOUZA LACERDA, K. W. Viabilidade econômica da produção de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Nativa**, v. 5, n. 1, p. 09-15, 2017.
- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Livros científicos (ALICE)**, 2010.
- ALVES, M. S., SOARES, T. M., SILVA, L. T., FERNANDES, J. P., OLIVEIRA, M. L.; PAZ, V. P. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 5, 2011.
- AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Resposta fisiológica de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.113-121, 2010.
- ANDRADE, T. S., MONTENEGRO, S. M., MONTENEGRO, A. A.; RODRIGUES, D. F. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 16, n. 5, 2012.
- ARAGÃO, J. A.S. **Análise e aplicações biotecnologias de proteínas ligantes à quitina de sementes de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* var. *nanum*)**. 2015. Tese de Doutorado.

- ARAÚJO, E. B. G. **Produção de porta-enxerto de cajueiro anão precoce com águas salinizadas e doses de matéria orgânica**. 71p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2017.
- ARAÚJO, JC de. **Recursos hídricos em regiões semiáridas. Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, p. 30-43, 2012.
- ASHRAF, M. Breeding for salinity tolerance in plants. **CRC Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 13, p. 17-42, 1994.
- ASHRAF, M. P. J. C.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant science**, v. 166, n. 1, p. 3-16, 2004.
- ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v.59, p.206-216, 2007.
- ASHRAF, M. Inducing drought tolerance in plants: recent advances. **Biotechnology advances**, v. 28, n. 1, p. 169-183, 2010.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**, Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (EstudosFAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).
- BARBOSA, Janaina Araujo. **A competitividade das exportações de castanha de caju e melão no Nordeste brasileiro: 1997-2013**. 2016. Tese de Doutorado.
- BARBOSA, M. R.; SILVA, M. A. M.; WILLADINO, L., ULISSES, C.; CAMARA, R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 453- 460, 2014.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BEZERRA, M. A.; OLIVEIRA, R. D.; LACERDA, C. D.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fotossíntese de plantas de cajueiro-anão precoce submetidas ao estresse salino. In: **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort**. 2003. p. 149-152.

- BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de dickson em mudas de eucalyptus grandis w. hill ex maid e pinus elliottii var. elliottii-Engelm.** (Dissertação) Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2007.
- BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v.37, p.1675-1681, 2007.
- BOTELLA M.; ROSADO, A.; BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M. Plant adaptive responses to salinity stress. In: JENKS, M.A.; HASEGAWA, P.M. (ed.). **Plant abiotic stress**. New York: Blackwell Publishing, p. 37-70, 2005.
- BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; DE CARVALHO, J. G.; DE CASTRO, E.M. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 128-132, 2009.
- BRILHANTE, J. C.; SILVEIRA, J. A.; ROCHA, I. M.; MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A. Influência do tempo de aclimação na resposta do cajueiro à salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 173-179, 2007.
- CARBAJAL, A. C. R.; FRANCO, F. Recomendações para produção, plantio e manutenção de mudas de cajueiro. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1995.
- CARNEIRO, A. P.G.; DE FIGUEIREDO, R. W.; DE SOUSA, P. H. M. Rotulagem e estabilidade de suco de caju integral comercializado em supermercados de Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.1, p.59-67, 2013.
- CARNEIRO, P. T., CAVALCANTI, M. L., BRITO, M. E., GOMES, A. H., FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Sensibilidade do cajueiro anão precoce ao estresse salino na pré-floração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 2, 2007.
- CARVALHO, M. P.; JÚNIOR, L. A. Z.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, 2009.
- CARVALHO, F. E., LOBO, A. K., BONIFACIO, A., MARTINS, M. O., LIMA NETO, M. C., SILVEIRA, J. A. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, 2011.

- CAVALCANTI JÚNIOR, A.T.; CHAVES, J.C.M. **Produção de mudas de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 43p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 42).
- CAVALCANTI JÚNIOR, A.T. Mudas: padrões e exigências agronômicas. In: OLIVEIRA, V.H. de; COSTA, V.S. de O. (Ed.). **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. p.111-120.
- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281- 1290, 2010.
- CHAVES, J. C. M.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CORREIA, D., SOUZA, F. D.; ARAÚJO, C. A. T. **Normas de produção de mudas**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2000.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 368 p., 1982.
- CORDEIRO, G. G. **Salinidade em áreas irrigadas**. Embrapa Semiárido- Folderes/Folhetos/Cartilhas (INFOTECA-E), 2001.
- CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, p.514-521, 2009.
- COSTA, R. G.; GHEYI, H. R. Variação da qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha, PB. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 8, p. 1021-1025, 1984.
- COSTA, L. R.; GURGEL, M. T.; ALVES, S.; MOTA, A. F.; DE AZEVEDO, J.; DE ALMEIDA, J. P. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce irrigado com efluente doméstico tratado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 3, 2012.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

- ESTAÑ, M.T.; MARTINEZ-RODRIGUEZ, M.M.; PEREZ-ALFOCEA, F.; FLOWERS, T.J.; BOLARIN, M.C. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. **Journal of Experimental Botany**, v.56, p.703-712, 2005.
- FAO. 2016. **Soil Management**. FAO Soils Portal. Disponível em <http://www.fao.org/soils-33-portal/en/>
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. D.O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.
- FEITOSA, S. O.; SILVA, S. L., FEITOSA, H. O.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, E. O. Crescimento do feijão caupi irrigado com diferentes concentrações efluente tratado e água salina. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 146-155, 2015.
- FERNANDES, P.D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, E. P.; MEDEIROS, S. S. **Biossalinidade e produção agrícola**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCT Sal, 2010. 472p.
- FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S. de; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v.37, p.1675-1681, 2007.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciênc. agrotec.[online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112 . Disponible en: ISSN 1413-7054.
- FERREIRA, L. G.; JUNIOR, E. N.; VALENTE, J. P.; TÁVORA, C.; FERREIRA, C. B. Avaliação de Métodos de Enxertia para Mangueira e Cajueiro na Baixada Cuiabana. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 20, n. 3, p. 128-132, 2016.
- FERREIRA-SILVA, S.L.; SILVEIRA, J.A.G; VOIGT, E.L.; SOARES, L.S.P; VIÉGAS, R.A. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, p.51-59, 2008.

- FIGUEIREDO, A. M., DE SOUZA FILHO, H. M., GUANZIROLI, C. E.; JUNIOR, A. S. V. Análise da transmissão de preços no mercado brasileiro de castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, n. 4, p. 715-730, 2010.
- FONSECA, É. D. P., VALÉRI, S. V., MIGLIORANZA, É., FONSECA, N. A. N., & COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, **R. Árvore**, v.26, n.4, p.515-523, 2002.
- FREIRE, J. L. D. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J., NUNES, J. C.; CAVALCANTE, Í. H. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.
- GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W. B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Respostas de genótipos de feijoeiro á salinidade. **Engenharia na Agricultura**, v.18, p. 330-338, 2010.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 112 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- GRACIANO, E. S.; NOGUEIRA, R. J.; LIMA, D. R.; PACHECO, C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, 15(8), 2011.
- GRATÃO, P. L.; POLLE, A.; LEA, P. J.; AZEVEDO, R. A. Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. **Functional Plant Biology**, v.32, p.481-494, 2005.
- GUBERT, D. W.; DELAI, R. M. Efeitos provocados pela aplicação de óxido de ferro, óxido de silício e óxido de magnésio em plantas de milho jovens. **Revista Thêma et Scientia**, v. 1, n. 2, p. 164-171, 2016.
- GURGEL, M. T., UYEDA, C. A., GHEYI, H. R., DE OLIVEIRA, F. H., FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. D. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 3-10, 2010.

- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FRRREIRA NETO, M.; 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, INCTA Sal, 2010. 472p.
- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola 2017**. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf). acesso 03 de jan 2018.
- JAMIL, M.; REHMAN, S.; LEC, K. J.; KIM, J. M.; KIM, H. S.; RHA, E. S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agrícola**, v.64, p.111- 118, 2007.
- JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In **Forest regeneration manual** (pp. 143-159). Springer, Dordrecht, 1991.
- KIM, Y. H.; KWAK, S. S. The role of antioxidant enzymes during leaf development. In: GUPTA, S. D. (Ed.). **Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants**. **Enfield: Science**, 2010. p. 129-150.
- KUMAR, P.; PANDEY, S.K.; SINGH, B.P.; SINGH, S.V.; KUMAR, D. Influence of source and time of potassium application on potato growth, yield, economics and crisp quality. **PotatoResearch**, v. 50, n. 1, p. 1-13, 2007.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531p.
- LIMA, J. O.; FRANÇA, A. M. M.; LOIOLA, H. G.. Implicações hidroquímicas da condutividade elétrica e do íon cloreto na qualidade das águas subterrâneas do semiárido cearense. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 2, p. 279-292, 2014.
- LIMA, K. S.; GOMES, E. C.; VIANA, P. C.; LIMA, R. M. S.; VIANA, K. C.; PEREIRA, M. M. Características físicas em maracujá amarelo irrigados com água de alta e baixa salinidade. **INOVAGRE**, 2012.
- LIMA, M. D. A.; CASTRO, V.F.; VIDAL, J.B.; ENÉAS-FILHO, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, 42, 2011.
- LOBATO, F. A. D.O.; ANDRADE, E. M. D.; MEIRELES, A. C. M.; CRISOSTOMO, L. A. Sazonalidade na qualidade da água de irrigação do Distrito Irrigado Baixo Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, 2008.

- MARQUES, C. E.; SOARES FREITAS, V.; ALVES BEZERRA, M.; TARQUINIO PRISCO, J.; GOMES-FILHO, E. Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, 2011.
- MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic press, 2012. 651p.
- MCLAUGHLIN, J., BELERDI, C. B. CRANE, J. **The cashew Apple in Florida**. University of Florida. Institute of Food And Agricultural Sciences, 2014.
- MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. Dissertação Mestrado.
- MENDONÇA, V.; DA SILVA COSTA, M.; DE MEDEIROS MENDONÇA, L. F.; BISCARO, G. A.; CASTRO FREITAS, P. S.; PEREIRA, E. C.; LEITE, G. A. Doses crescentes de nitrogênio sobre o crescimento inicial de porta-enxertos de cajueiro gigante. **Agrarian**, v. 3, n. 8, p. 95-103, 2010.
- MENDONÇA, C E. **A importância da criação de uma base de dados para a proteção dos conhecimentos tradicionais do Brasil**. [TCC - Especialização]. Rio de Janeiro: Instituto de Tecnologia em Fármacos/Farmanguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, 2014.
- MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**. EMBRAPA-CNPAT, 1995.
- MESQUITA, A., CAVALCANTI, J., CARDOSO, J., & BRAGA SOBRINHO, R. (Ocorrência do escaravelho *Hilarianus* sp.(Coleoptera, Scarabaeidae) em clones de cajueiro no nordeste do Brasil. **Congresso brasileiro de recursos genéticos**, 1., p. 196., 2010.
- MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVA, L. M.; LIMA JR, A. R.; DA COSTA, R. C.; ROCHA, I. M.; SILVEIRA, J. A. Acumulação de íons e metabolismo de N em cajueiro anão em meio salino. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 11(2), 125-133. 2007.
- MOTA, R. V.; SOUZA, C. R.; FAVERO, A. C.; CARVALHO, C. P.; DO CARMO, E. L.; FONSECA, A. R.; ALBUQUERQUE REGINA, M. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44(6), 576-582, 2010.

- MUNNS, R. **Genes and salt tolerance: bringing them together**. *New Phytologist*, v. 167, p. 645–663, 2005.
- NEVES, A. L.; LACERDA, C. D.; GUIMARÃES, F. V.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 873-881, 2009.
- NOBRE, G R.; SOARES DE LIMA, G.; RAJ GHEYI, H.; DA SILVA LOURENÇO, G.; ALMEIDA DOS ANJOS SOARES, L. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v44, 2013.
- NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A.J. (ed) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília-DF: Embrapa-SEA. p. 189-253. 1991.
- OLIVEIRA BOSCO, M. R. D.; BOSCO DE OLIVEIRA, A.; FERREYRA HERNANDEZ, F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 02, p. 157-164, 2009.
- OLIVEIRA, F., OLIVEIRA, F., CAMPOS, M., OLIVEIRA, M., MEDEIROS, J. Y SILVA, O. Interação entre fontes e nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 5 (4): 479-484, 2010.
- OLIVEIRA D. F. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos de plantas de dois cultivares de feijão de corda inoculados com bradyrhizobium sp. Sob estresse salino**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- OLIVEIRA, A. S. L. **Trocas gasosas e crescimento de atriplex nummularia lindl. irrigada com água proveniente de rejeito salino**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE, 2017.
- PEREIRA, F. M.; DO NASCIMENTO DUARTE, J. V.; DA SILVA DIAS, J.; DE ARAÚJO FILHO, G. C. Climatologia pluviométrica para o município de Pombal-PB. **II workshop internacional sobre água no semiárido brasileiro**. 2015.

- PONTE, L. F. A.; FERREIRA, O. S., ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; PEREIRA, V. L. A.; DA SILVEIRA, J. A. G. Variabilidade de indicadores fisiológicos de resistência à salinidade entre genótipos de cajueiro-anão e gigante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 1-8, 2011.
- PRADO, R. M.; FRANCO, C. F. Eficiência de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira Paluma e Século XXI, cultivadas em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.4, p.275-280, 2007.
- RENGASAMY, P. Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. **Functional Plant Biology**, v. 37, p. 613-620, 2010.
- RHOADES, J. D.; et al. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. 2000. 117p.
- RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali**. Washington, United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture [(andbook, 60).
- RUBIO, L.; ROSADO, A.; LINARES-RUEDA, A.; BORSANI, O.; GARCÍASÁNCHEZ, M.J.; VALPUESTA, V.; FERNANDEZ, J.A.; BOTELLA, M. A. Regulation of K⁺ transport in tomato roots by the TSS1 locus. Implications in salt tolerance. **Plant Physiology**, v.134, n.3, p.452-459, 2004.
- SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAUILINO, A. C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1563-1578, 2012.
- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; NETO, F. D. C. V.; JÚNIOR, L. F. C. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1237-1245, 2013.
- SERTÃO, M. A. J. **Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (Urocloa mosambicensis (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido**. 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2005.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.63, p.147–157, 2008.

- SILVA, E.N.; SILVEIRA, J.A.G. da; RODRIGUES, C.R.F.; LIMA, C.S.; VIÉGAS, R.A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-manso submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.437-445, 2009.
- SILVA, F. L.; DE LACERDA, C. F.; DE SOUSA, G. G.; NEVES, A. L.; DA SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 383-390, 2011.
- SILVA, R. A. O., MARQUES, L. G. A., DE FREITAS, R. M., DOS SANTOS, M. D. S. F., AVALCANTI DA SILVA FILHO, E., DO Ó PESSOA, C., & SANTOS, M. R. D. M. C. Prospecção tecnológica: aplicação da goma do cajueiro (*Anacardium occidentale*) em nanotecnologia. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, 3(4), 055-069., 2013.
- SILVA, M. I. L. **Silício como atenuante do estresse salino sobre o crescimento e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. mg5. 70 f.** (Dissertação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2015.
- SILVA, F. A.; FERREIRA, A. A.; LIMA, D. C.; DE MEDEIROS, A. C.; MARACAJÁ, P. B.; MEDEIROS, A. P. Estresse salino e adubação mineral na composição nutricional da cultura do milho. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v11(1), p76-83, 2017.
- SILVEIRA, J. A.; SILVA, S. L.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**, v. 1, p. 161-18, 2010.
- SOUSA, A.B.O. de; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 390-394, 2011.
- SOUZA, Y. A.; PEREIRA, A. L.; FRANCISCO, F.; SILVA, S. D.; REIS, R. C. R.; EVANGELISTA, M. R. V.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n. 2, p. 083-092, 2010.

- SOUZA, C. A.; ARAUJO, Y. R.; DE ARAÚJO NETO, J. R.; DE QUEIROZ PALÁCIO, H. A.; ALVES BARROS, B. E. Análise comparativa da qualidade de água para irrigação em três sistemas hídricos conectados no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 10, n. 6, 2016.
- SUASSUNA, C. F., FERREIRA, N. M., DA SILVA SÁ, F. V., BERTINO, A. M. P., DE MESQUITA, E. F., DE PAIVA, E. P.; JESUS, E. P.; BERTINO, A. M. P. Substratos e ambientes para produção de mudas de cajueiro anão precoce. **Agrarian**, v. 9, n. 33, p. 197-209, 2017.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.
- TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: MATSUA, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R. (Ed.) **Science of the rice plant: physiology**. Tokyo: Food and Agric. Policy Res. Center, v.2, p.420-433, 1240p, 1996.
- TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; FERREIRA HERNANDEZ, F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 441-446, 2001.
- TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; OLIVEIRA, E. P. D.; CORRÊA, C. C. G.; TORRES, F. E. Acúmulo de massa seca na soja em resposta a aplicação foliar com silício sob condições de déficit hídrico. **Bioscience Journal**, p. 161-170, 2015.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.
- TONIN, F. B. **Atividade de enzimas antioxidativas e absorção de silício em plantas de pimentão submetidas a estresse salino**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2005.
- TORRES, M. E. C.; FREIRE, J. L.O.; DE OLIVEIRA, J. L.; BANDEIRA, L. B.; DE MELO, D. A.; DA SILVA, A. L. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 71-78, 2014.
- VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

- VIDAL NETO, F. C., BARROS, L. M., CAVALCANTI, J. J. V., & MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 481-508p, 2013.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.
- YOSHIDA, S. Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. **Bulletin of the National Institute of Agronomic Science Serie B**, v.15, p.1-58, 1975.
- ZANANDRES, L.; 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.
- ZHANG, S.; LI, Q.; MA, K.; CHEN, L. Temperaturedependent gas exchange and stomatal/non-stomatal limitation to CO₂ assimilation of *Quercus liaotungensis* under midday higher irradiance. **Photosynthetica**, Prague, v.39, p. 383-388, 2001.
- ZHU, Y.; GONG, H. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 2, p. 455- 472, 2014.