



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL  
CAMPUS DE POMBAL-PB**

**ERBIA BRESSIA GONÇALVES ARAÚJO**

**PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE  
COM ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE MATÉRIA ORGÂNICA**

**Pombal-PB**

**2017**

**ERBIA BRESSIA GONÇALVES ARAÚJO**

**PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE  
COM ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE MATÉRIA ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

**Orientador:** Prof. D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre

**Pombal-PB**

**2017**

**ERBIA BRESSIA GONÇALVES ARAÚJO**

**PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE COM  
ÁGUAS SALINIZADAS E DOSES DE MATÉRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências do  
programa de Pós-Graduação em Horticultura  
Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovado em: 16/08/2017

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr<sup>o</sup>. Reginaldo Gomes Nobre  
(CCTA/UAGRA/UFCG)  
Orientador

---

Prof. Dr<sup>o</sup>. João Batista dos Santos  
(CCTA/UAGRA/UFCG)  
Examinador

---

Prof. Dr<sup>o</sup>. Anielson dos Santos Souza  
(CCTA/UAGRA/UFCG-Membro Externo)  
Examinador

**Pombal-PB**

**2017**

*A minha família, base de tudo que sou !!!*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus que é meu principal pilar de sustentação o qual não me abandonou em nenhum instante me dando forças e coragem para vencer essa batalha.

Aos meus pais, por me terem dado educação, valores e por me terem ensinado a andar. A vocês que, muitas vezes, renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho a alegria deste momento.

A todos os meus familiares, irmã, primos, tios. Não citarei nomes, para não me esquecer de ninguém. Mas há aquelas pessoas especiais que diretamente me incentivaram. Ao meu namorado e minha sogra que se fizeram minha segunda família.

Ao Prof.º Dr.º Reginaldo Gomes Nobre, meu orientador e exemplo profissional, por não ter permitido que eu desistisse, pela confiança e por ter desempenhado no sentido mais profundo a palavra “orientação”.

Ao Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical (PPGHT) pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo;

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em especial ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), pela disponibilidade de espaço para realização deste trabalho.

Aos professores, funcionários e colegas do Curso de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, em especial a Renatinha e Marcia por quem eu tenho grande carinho. Aos professores Marcos Eric, Adriana Lima, Amaralina, pela solicitude e solidariedade perante em minhas dificuldades. Com vocês, queridos, divido a alegria desta conquista.

Aos irmãos que Deus colocou em minha vida e que escolhi para conviver: Luana Lucas, Edinete, Wesley, Leandro, Reinaldo, Joice, Jorge, Felipe, Cris, Sarah (Equipe Salinidade) obrigada por tudo.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

**Tabela 1** - Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.....40

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 irrigado com diferentes níveis de salinidades da água e distintas doses de matéria orgânica. ....43

**Tabela 3** - Resumo da análise de variância da taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) da altura de plantas no período de 10 a 30 DAT e índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, aos 30 DAT em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de matéria orgânica. .... 47

### CAPÍTULO II.

**Tabela 1** - Características físicas e química do substrato utilizado no experimento ..... 58

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância para transpiração (E), condutância estomática (gs) e fotossíntese líquida (A) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 irrigado com água de diferentes níveis de salinidades e distintas doses de matéria orgânica..... 60

**Tabela 3** - Resumo da análise de variância para massa seca de folha (MSF), de caule (MSC), de raiz (MSR) e total (MST) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 irrigado com água de diferentes níveis de salinidades e distintas doses de matéria orgânica, aos 10 e 30 dia após aplicação dos tratamentos – DAT..... 62

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Detalhes dos porta-enxerto de cajueiro CCP-06 (A) e disposição das sacolas na bancada metálicas (B).....	40
<b>Figura 2</b> - Altura de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 10 DAT (A) e da interação entre os níveis de CEa e doses de matéria orgânica (B), aos 30 DAT. ....	44
<b>Figura 3</b> - Diâmetro do caule de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 30 DAT.....	45
<b>Figura 4</b> - Número de folhas em função da salinidade da água de irrigação – CEa aos 10 DAT (A) e Área Foliar (B) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 em função da salinidade da água de irrigação – CEa aos 10 e 30 DAT.....	46
<b>Figura 5</b> - Taxa de crescimento relativo da altura de planta – TCRap em função da salinidade da água de irrigação - CEa no período de 10 à 30 DAT.....	48
<b>CAPÍTULO II.</b>	
<b>Figura 1</b> - Visão geral do experimento (A) e disposição das sacolas em bancada metálica (B) dos porta-enxertos de cajueiro anão precoce CCP 06. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 57
<b>Figura 2</b> - Transpiração-(E) (A) e Condutância estomática-(gs) (B) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após aplicação dos tratamentos – DAT. ....	60
<b>Figura 3</b> - Fotossíntese líquida de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após aplicação dos tratamentos – DAT. ....	61
<b>Figura 4</b> - Massa seca de folha (A) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 10 e 30 dias após aplicação dos tratamentos – DAT e da interação entre os níveis de CEa e doses de matéria orgânica (B) aos 30 DAT.....	63
<b>Figura 5</b> - Massa seca de raiz (A) e Total (B) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 10 e 30 dias após aplicação dos tratamentos – DAT...64	

ARAÚJO, Erbia Bressia Gonçalves. **Produção de porta-enxerto de cajueiro anão precoce com águas salinizadas e doses de matéria orgânica**. 2017, 68p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.<sup>1</sup>

## RESUMO GERAL

No Brasil, a maioria dos pomares de cajueiro está localizada no tropico semiárido, onde os recursos hídricos são escassos e apresentam problemas de salinidade. Diante da importância socioeconômica do cajueiro para região nordeste do Brasil bem como das dificuldades relacionadas a escassez hídrica e qualidade de água para irrigação, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da utilização de diferentes doses de matéria orgânica combinadas com águas de distintos níveis salinos na produção de porta-enxerto de cajueiro. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação (ambiente protegido) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), localizado no município de Pombal-PB. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, num esquema fatorial 5 x 4, com os tratamentos referentes à cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação CEa de (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) em interação com quatro doses matéria orgânica MO (2,5; 3,5; 4,5 e 5,5%). Utilizaram-se três repetições, com duas plantas úteis por parcela, onde se avaliou o clone de cajueiro anão precoce CCP 06. Foram avaliadas as variáveis de diâmetro do caule, número de folhas e área foliar aos 20 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), taxa de crescimento absoluto e relativo da altura de planta e do diâmetro do caule nos períodos de 10 a 30 DAT, fitomassa fresca e seca de caule, folhas e parte aérea, fitomassa seca de raiz, seca total e o índice de qualidade de Dickson aos 30 DAT. As doses crescentes de matéria orgânica não atenuaram o efeito da salinidade da água de irrigação sobre as variáveis estudadas no presente trabalho. A transpiração, condutância estomática e a fotossíntese líquida dos porta-enxerto de cajueiro CCP 06 diminuem com o acréscimo da salinidade do extrato de saturação do solo. Doses crescentes de MO não reduzem o efeito deletério da irrigação com águas salinizadas sobre a fitomassa e a fisiologia de porta-enxerto de cajueiro CCP 06. A irrigação de água CEa de até 2,49, 0,90 e 1,01 dS m<sup>-1</sup>, na produção de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 promove redução aceitável no crescimento (diâmetro, área foliar e TCRap), fisiologia e fitomassa aos 30 DAT de 10% respectivamente. A dose de matéria orgânica de 2,5% apresentou o melhor resultado para as variáveis estudadas.

Palavras-chave: condutividade elétrica, adubação, produção de mudas.



ARAÚJO, Erbia Bressia Gonçalves. **Production of early dwarf cashew rootstock with salinized waters and organic matter doses.** 2017.68p. Dissertation (Masters in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB.<sup>1</sup>

### GENERAL ABSTRACT

In Brazil, most of the cashew orchards are located in the semi-arid tropics, where water resources are scarce and present salinity problems. In view of the socioeconomic importance of cashew trees in the northeastern region of Brazil, as well as the difficulties related to water scarcity and water quality for irrigation, the objective of this work was to evaluate the effects of the use of different doses of organic matter combined with waters of different saline levels in the production of cashew rootstock. The experiment was carried out in a greenhouse (protected environment) of the Center for Science and Technology Agro-Food of the Federal University of Campina Grande (CCTA / UFCG), located in the municipality of Pombal-PB. The experimental design was a randomized complete block design, in a 5 x 4 factorial scheme, with the treatments referring to five levels of electrical conductivity of ECw irrigation water of (0.3, 1.0, 1.7, 2.4 and 3, 1 dS m<sup>-1</sup>) in interaction with four organic matter doses OM (2.5, 3.5, 4.5 and 5.5%). Three replicates were used, with two useful plants per plot, where the precocious dwarf cashew clone CCP 06 was evaluated. The variables of stem diameter, number of leaves and leaf area were evaluated at 20 and 30 days after application of the treatments (DAT), absolute and relative growth rate of plant height and stem diameter in periods of 10 to 30 DAT, fresh and dry stem, leaf and shoot biomass, dry root phytomass, total dry matter and Quality of Dickson at 30 DAT. Increasing doses of organic matter did not attenuate the effect of irrigation water salinity on the variables studied in the present study. The transpiration, stomatal conductance and the net photosynthesis of the CCP 06 cashew rootstocks decrease with the increase of the salinity of the soil saturation extract. Increasing OM masses do not reduce the deleterious effect of irrigation with salinized waters on phytomass and physiology of CCP 06 cashew tree rootstock. ECw water irrigation of up to 2.49, 0.90 and 1.01 dS m<sup>-1</sup> in the production of CCP 06 cashew rootstock promotes acceptable growth reduction (diameter, Leaf area and TCRap), physiology and phytomass at 30 DAT of 10%, respectively. The organic matter dose of 2.5% presented the best results for the studied variables.

**Keywords:** Electrical conductivity, fertilization, seedling production.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
3.1 Aspectos Botânicos do cajueiro .....	15
3.2 Qualidade da água de irrigação.....	16
3.2.1 Utilização da água salina na agricultura.....	17
3.3 Salinidade e seus efeitos sobre as plantas .....	18
3.3.1 Osmótico, tóxico e nutricional. ....	18
3.4 Tolerância das plantas à salinidade.....	20
3.4.1 Salinidade em porta-enxertos de cajueiro .....	21
3.4.2 Mecanismos de tolerância .....	22
3.5 Adubação orgânica .....	23
<b>4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA</b> .....	25
<b>CAPITULO I</b> .....	34
<b>RESUMO:</b> .....	35
<b>ABSTRACT</b> .....	36
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	37
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	38
2.1 Caracterização da área experimental .....	38
2.2 Tratamentos e delineamento estatístico .....	39
2.3 Descrição dos tratamentos .....	39
2.4 Produção dos porta-enxerto .....	40
2.5 Variáveis analisadas.....	41
2.6 Análise estatística .....	42
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	43
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	49
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	49
<b>CAPITULO II</b> .....	52
<b>RESUMO:</b> .....	53
<b>ABSTRACT:</b> .....	54

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	55
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	56
2.1 Caracterização da área experimental .....	56
2.2 Tratamentos e delineamento estatístico .....	56
2.3 Descrição dos tratamentos .....	57
2.4 Produção dos porta-enxerto .....	57
2.5 Variáveis analisadas.....	59
2.6 Análise estatística .....	59
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	60
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	65
<b>5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	66

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do caju (*Anacardium occidentale* L.) é nativa da região Nordeste do Brasil, estando sua exploração entre as de maior importância econômica e social para a região, pois, além de empregar grande contingente de pessoas, participa de forma expressiva na geração de divisas externas. Segundo dados do IBGE, a área ocupada com cajueiro no Brasil em 2015 foi estimada em 619 mil ha, desse total, 99,4% está localizado no Nordeste, sendo 62,9% no estado do Ceará (389.358 ha), 15,5% no Rio Grande do Norte (96.120 ha) e 14,1% (87.474 ha) no Piauí. A região Nordeste apresenta condições climáticas caracterizadas por alta taxa de evaporação e ocorrência de precipitações irregulares causando, déficit hídrico, de forma a limitar o crescimento e produção das culturas (QUEIROZ et al., 2010; MEDEIROS et al., 2012). Neste contexto, a utilização de água salina na exploração agrícola vem sendo apontado como uma medida frequente e importante para atenuar o problema da escassez hídrica no semiárido brasileiro (FEITOSA et al., 2015).

Devido as características climáticas da região NE a adoção da irrigação consiste na melhor forma de garantir a produção agrícola com segurança; entretanto, quando manejada de forma inadequada aliada a alta taxa de evapotranspiração e precipitações insuficientes para reduzir a concentração dos sais (lixiviar), tem favorecido para o acúmulo de sais no solo, causando a salinização das áreas irrigadas (LIMA et al., 2014).

A utilização de água salina de forma demasiada na exploração agrícola pode acarretar estresse salino inibindo o crescimento das plantas, por reduzir o potencial osmótico da solução do solo e conseqüentemente, o potencial hídrico, restringindo a disponibilidade de água, além de provocar acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, podendo causar toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional, ou ambos (SILVA et al., 2008). Os efeitos adversos dos sais na água e/ou no solo, na maioria dos casos, são refletidos na inibição e desuniformidade do crescimento, com conseqüente, declínio na capacidade produtiva e na qualidade dos produtos obtidos das plantas cultivadas (CAVALCANTE et al., 2010).

Por essas razões, nos últimos anos, estão sendo desenvolvidas diversas pesquisas sobre os efeitos do estresse salino nos distintos estágios de desenvolvimento e em geral, observou-se que o crescimento da planta jovem é severamente afetado pela salinidade a medida que aumenta a concentração de sais na zona radicular (ALVAREZ-PIZARRO et al., 2009; FERREIRA-SILVA et al., 2008). Também foram observados tais efeitos

quando o cajueiro encontrava-se na fase de plântula (ABREU et al., 2008). A avaliação de mudas de cajueiro resistentes ou tolerantes ao estresse salino em condições de semiárido paraibano ainda são pouco pesquisadas. Esses estudos seriam de grande importância para a geração de conhecimentos possibilitando a produção de mudas mais aclimatadas em áreas do semiárido brasileiro, contendo problemas de salinidade. Diante disto, a ampliação da base genética relacionada às variedades utilizadas para, copas e porta-enxertos, incluindo aquelas com capacidade de adaptação a estresses abióticos, contribuirá decisivamente para que se alcancem rendimentos economicamente superiores (BRITO et al., 2008).

Um atenuante aos efeitos da salinidade da água de irrigação e/ou do solo é o uso da adubação orgânica e/ou química uma vez que a região semiárida do Nordeste do Brasil é caracterizada pela baixa fertilidade natural dos solos (MENEZES; OLIVEIRA, 2008); o uso de adubos inorgânicos é uma opção, embora pouco utilizado devido ao limitado poder aquisitivo da maior parte dos agricultores. Desta forma, a adoção da adubação orgânica como esterco de bovinos e caprinos, entre outros, torna-se a alternativa interessante em razão da facilidade de obtenção e o custo relativamente baixo (LIMA et al., 2007, DIAS et al., 2016).

Dentre os insumos orgânicos, o esterco bovino é a fonte mais utilizada, especialmente em solos pobres em matéria orgânica (FILGUEIRA, 2008). Isso porque ele atua como poderoso agente benéfico ao solo, capaz de melhorar consideravelmente muitas de suas características físicas e químicas, através da redução da densidade aparente, melhorando a permeabilidade, infiltração e retenção de água, minimizando o fendilhamento de solos argilosos e a variação de temperatura, proporcionando acúmulo de nitrogênio orgânico, auxiliando no aumento do seu potencial de mineralização e disponibilidade de nutriente para as plantas, reduzindo o uso de fertilizantes (TEJADA et al., 2008).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar os efeitos da utilização de diferentes doses de matéria orgânica combinadas com irrigação com águas de distintos níveis salinos na morfofisiológica e qualidade de porta-enxerto de cajueiro anão precoce CCP 06.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar variáveis de crescimento, fisiológicas e qualidade de porta-enxertos de cajueiro sob irrigação com águas salinas e doses de matéria orgânica;
- Definir qual dose de matéria orgânica que atende as necessidades para a produção de porta-enxertos de cajueiro sob distintas salinidades da água de irrigação;
- Avaliar a qualidade de porta-enxerto aptos a enxertia, produzidos com águas de distintas salinidades doses de matéria orgânica;
- Definir qual CEa que atende as necessidades para a produção de porta-enxertos de cajueiro anão precoce CCP 06.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Aspectos Botânicos do cajueiro

Oliveira (2010) classifica botanicamente o cajueiro, como sendo pertencente ao: Reino: Plantae; Divisão: Magnoliophyta; Classe: Magnoliopsida; Ordem: Sapindales; Família: Anacardiaceae; Gênero: *Anacardium*; Espécie: *Anacardium occidentale*.

Segundo Barros (1995), é uma planta perene, de ramificação baixa e porte médio. Sua copa atinge, no tipo comum, altura média de 5 a 8 m e diâmetro médio entre 12 e 14 m. Dependendo do genótipo e das condições de clima e solo, pode atingir até 15 m de altura e 20 m de diâmetro. As folhas são simples, inteiras, alternas, de aspecto subcoriáceo, glabras e curto-pecioladas, medindo de 10 a 20 cm de comprimento por 6 a 12 cm de largura. O sistema radicular é formado por uma raiz pivotante, muitas vezes bifurcada, profunda e por um conjunto de raízes laterais concentradas entre 15 e 32 cm da superfície do solo (BARROS et al., 2002).

Na natureza existem dois tipos de cajueiros bem definidos em relação ao porte, o cajueiro comum ou gigante (*Anacardium occidentale* L.) e o cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) (LIMA et al., 2001). A variedade anão-precoce vem substituindo o cajueiro comum por proporcionar maior produtividade, facilitar a colheita e a condução dos pomares em razão do seu baixo porte. Além disso, o cajueiro anão-precoce apresenta maior uniformidade da castanha, do pedúnculo e da produção, permitindo uma exploração comercial mais rentável (BARROS; CRISÓSTOMO, 1995; OLIVEIRA et al., 2002). O uso de clones representa uma forma de manejo econômico, ecológico e seguro, impedindo a invasão de pragas e doenças, além de proporcionar uma melhor utilização da variabilidade genética da espécie (PAIVA; BARROS, 2004).

O cajueiro é uma planta andromonóica, ou seja, o seu sistema reprodutivo constitui-se de flores masculinas (estaminadas) e hermafroditas na mesma planta. A inflorescência é uma panícula onde se encontram os dois tipos de flores, em quantidades e proporções que variam muito, tanto entre plantas como entre panículas de uma mesma planta (CRISÓSTOMO et al., 2001; TODA FRUTA, 2010).

A flor típica é pequena, possuindo 5 sépalas de coloração verde-clara e 5 pétalas esbranquiçadas, por ocasião da abertura, que se tornam rosadas, com o passar do tempo. A flor estaminada possui ovário simples e rudimentar, além de 7 a 15 estames (um grande e 6 a 14 pequenos), enquanto a flor hermafrodita é similar, mas possui ovário e pistilo funcionais, com variações e anomalias frequentes (PAIVA et al., 2009).

O fruto do cajueiro, denominado de caju, é composto pela castanha, que é o verdadeiro fruto e o pedúnculo, que é o pseudofruto (CRISÓSTOMOS, 2001). A castanha completa seu desenvolvimento entre seis e oito semanas após a polinização, considerada um aquênio preso à extremidade de um pedúnculo hipertrofiado (pseudofruto), comumente chamado de maçã do cajueiro que apresenta estrutura carnosa, suculenta, ligeiramente adstringente e caracterizada por agradável sabor (WAIT; JAMIESON, 1986; FILGUEIRAS et al., 1999). Comumente chamado de castanha, o fruto é constituído de: pericarpo (casca) e semente. O pericarpo é composto por epicarpo, mesocarpo e endocarpo, e a 28 sementes é composta pela película (tegumento) e embrião (amêndoa) (LIMA et al., 1988).

O uso de mudas enxertadas uniformiza o crescimento de plantas e antecipa o início da produção. Diferentes combinações de porta-enxertos e copa, resultam em alterações fisiológicas nas mudas, tais como as relações hídricas e trocas gasosas (CASTLE et al., 1989) que podem originar melhores adaptações a diferentes condições ambientais.

Qualquer incremento no grau de resistência das plantas aos estresses pode evitar perdas da produção em áreas semiáridas ou estabilização em regiões sujeitas a condições ambientais adversas (MATOS et al., 2003).

### **3.2 Qualidade da água de irrigação**

O conceito de qualidade da água refere-se às suas características que podem afetar sua adaptabilidade para uso específico, em outras palavras, a relação entre a qualidade da água e as necessidades do usuário. A qualidade da água define-se por uma ou mais características físicas, químicas ou biológicas. Toda água usada na irrigação contém sais dissolvidos. O efeito dos sais sobre as características químicas e físicas de solos irrigados é de grande importância para manutenção da sua capacidade produtiva (SILVA et al., 2011).

Segundo Paulus et al. (2010) a escassez de água no mundo é um problema diagnosticado, especialmente em países de grandes regiões semiáridas como o Brasil que diante do quadro da baixa oferta de água potável, tornam importantes os projetos de pesquisa com geração de tecnologia que permitam o uso da água salina na produção de alimentos.

Para Oliveira et al. (2011) a irrigação das culturas torna-se ainda mais importante nas condições do semiárido nordestino, onde, devido a irregularidades das chuvas, o manejo da irrigação é fundamental para se obter elevada produção e qualidades dos



produtos, entretanto além da quantidade de água, outros fatores são importantes na irrigação, como a qualidade da água utilizada, particularmente em relação a concentração de sais solúveis.

Silva et al. (2011) afirmam que a qualidade da água de irrigação é tradicionalmente definida pela quantidade total de sais dissolvidos e sua composição iônica; tendo como principais sais dissolvidos, o sódio, o cálcio e o magnésio, ambos em forma de cloreto, sulfatos e bicarbonatos; no entanto, o potássio e o carbonato normalmente estão presentes em proporções relativamente baixas.

Em regiões áridas e semiáridas, a concentração salina nas águas pode atingir valores elevados, prejudicando o solo e as plantas. Atualmente, vastas áreas vêm sendo afetadas pela salinidade como resultado de ações antrópicas, tais como irrigações sem previsão de drenagem, lâmina insuficiente de irrigação, uso de água salina, ou mesmo a combinação destes fatores (FERREIRA et al., 2010).

No tocante a concentração dos principais sais, Medeiros (1992) verificou que nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, de maneira geral, há predominância, principalmente, de NaCl, CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>, na proporção de 7:2:1. Da mesma forma, Kovda (1973) observou que os principais sais presentes nos solos e águas do semiárido nordestino são o cloreto de sódio (NaCl), o sulfato de magnésio (MgSO<sub>4</sub>), o sulfato de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), o cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>) e o carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

### **3.2.1 Utilização da água salina na agricultura**

Em consequência da grande utilização de água na irrigação que corresponde a 73% do consumo mundial (SILVA et al., 2014) e da expansão de áreas irrigadas para atender a demanda por alimentos da população crescente, vem aumentando, em todo o mundo, a necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura, priorizando o uso intensivo de água de boa qualidade para o consumo humano e para outros fins mais restritivos (AYERS; WESTCOT, 1999).

As águas utilizadas para irrigação normalmente são de origem superficial ou subterrânea, levando-se em conta que em determinadas zonas áridas as características climáticas e a escassez de recursos hídricos limitam a disponibilidade de água de boa qualidade, tornando-se necessário o emprego de outras fontes de água disponíveis, como as águas residuárias de procedência urbana (ALMEIDA, 2010) e as águas salobras de origem subterrâneas e superficiais (SILVA et al., 2011).

O uso de água salina na agricultura deve ser considerado como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos. Entretanto, a qualidade da água para irrigação das regiões semiáridas apresenta grande variabilidade, tanto em termos geográficos (espacial), como ao longo do ano (sazonal). Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um dos principais fatores limitantes ao crescimento e desenvolvimento das culturas (LACERDA et al., 2011).

O excesso de sais pode prejudicar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando na diminuição do potencial osmótico da solução do solo, devido à retenção da água, tornando-se assim cada vez menos disponível para o vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2009), provocando o fechamento estomático, uma das primeiras respostas ao estresse para evitar a perda excessiva de água pela planta, resultando ainda numa limitação na concentração interna de CO<sub>2</sub>, podendo afetar a concentração dos pigmentos, (clorofila a e b e os carotenoides), envolvidos no processo da fotossíntese (GOMES et al., 2011).

Embora o uso de água salina na irrigação possa salinizar o solo e comprometer o crescimento, desenvolvimento e a produtividade de sistemas agrícolas, existem amplas evidências em todo o mundo, de que águas salinas, classificadas como inadequadas para irrigação, podem ser usadas na irrigação de várias culturas selecionadas sob certas condições (RHOADES et al., 2000).

### **3.3 Salinidade e seus efeitos sobre as plantas**

#### **3.3.1 Osmótico, tóxico e nutricional.**

O uso de água e/ou solos com problemas de sais poderá limitar o crescimento e produção dos vegetais devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, por toxicidade e/ou desordem nutricional, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas em plantas superiores (SINGH; GUPTA, 2009). Sabe-se que nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a altos níveis de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos, cuja diferença se deve à melhor capacidade osmótica que algumas culturas têm o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, suficiente quantidade de água (AYERS; WESTCOT, 1999; CORREIA et al., 2009).

Neste sentido, de acordo com Alves et al. (2011), o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem seu potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas. Assim, o aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo, poderá atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, em consequência, a planta não irá absorver água, e conseqüentemente nutrientes, devido à condição de estresse hídrico, sendo este processo também denominado de seca fisiológica (DIAS; BLANCO, 2010). Ainda, de acordo com os autores, dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver poderá perder a água que se encontra no interior das raízes, pois o seu potencial osmótico será menor do que o do solo. Assim, esta tem sido a maior causa da redução do crescimento de plantas.

As plantas sensíveis à salinidade (glicófitas) geralmente tendem excluir os sais na absorção da solução do solo, no entanto, não são capazes de realizar o ajuste osmótico necessário, sofrendo com decréscimo de turgor, levando as plantas a estresse hídrico, por osmose (DIAS; BLANCO, 2010).

Os efeitos deletérios da salinidade referem-se essencialmente à ação dos efeitos tóxicos dos íons (MANSOUR, 1995). Esses efeitos ocorrem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Este excesso promove, então, desbalanceamento e danos ao citoplasma, resultando em danos principalmente, na bordadura e no ápice das folhas, onde a planta mais transpira, havendo, nessas regiões, acúmulo do sal transcolados do solo para a planta e, obviamente, intensa toxidez de sais (DIAS; BLANCO, 2010).

Os sintomas de toxidez por íons específicos nas folhas das plantas são relatados por Dias e Blanco (2010): A) o sintoma do cloreto é evidenciado pela queimadura do ápice das folhas, atingindo as bordas em estágios mais avançados, promovendo queda prematura; B) os sintomas típicos do sódio aparecem em forma de queimaduras ou necrose ao longo das bordas nas folhas mais velhas, progredindo na área interneval até o centro da folha, a medida que se intensifica; C) os sintomas causados pelo boro na folha se resumem em manchas amarelas ou secas nas bordas e no ápice das folhas velhas, se estendendo pelas áreas internevais até o centro da folhas.

De forma indireta, o menor crescimento das plantas, devido à salinidade, também pode ser atribuído à redução na absorção de alguns dos principais nutrientes, estando o

Ca e o K entre os mais evidenciados (RENGEL, 1992; LACERDA, 2000). Trabalhando com plantas jovens de goiabeira, Ferreira et al. (2001), por exemplo, verificaram redução na concentração de K nos tecidos da planta (raízes, caule e folhas), como consequência do estresse salino. Essa menor absorção de K tem sido atribuída à maior competição entre o Na e o K pelos sítios de absorção ou a um maior fluxo de K das raízes (MARSCHNER, 1995). Redução na concentração de K, sob estresse salino, é um complicador adicional para o crescimento das plantas visto que, em algumas situações, esse elemento é o principal nutriente a contribuir para o decréscimo do potencial osmótico, uma estratégia necessária à absorção de água nessas circunstâncias (JESCHKE et al., 1986; MARSCHNER, 1995). Em relação ao cálcio, tem sido demonstrado que o aumento da salinidade pode induzir deficiência desse nutriente (LACERDA, 2000; HO; ADAMS, 1994). A redução na absorção de Ca pode levar à perda da integridade da membrana plasmática, com consequente perda da capacidade de absorção de alguns íons, principalmente o K (RENGEL, 1992; CACHORRO et al., 1994). Variedades tolerantes tendem a apresentar maiores taxas de transferência de K e apenas leve redução na transferência de Ca para a parte aérea, visando manter uma relação positiva entre esses nutrientes e os íons Na e Cl (NIU et al., 1995).

### **3.4 Tolerância das plantas à salinidade**

Tradicionalmente as plantas são classificadas como glicófitas ou halófitas referindo-se a sua capacidade de crescer desde ambientes ausente de sais ou altamente salinos (FLOWERS et al., 1977). Enquadram-se como glicófitas, a maioria das angiospermas e todas as principais culturas que são incapazes de resistir a moderadas concentrações de cloreto de sódio (SANDERS, 2010). A maioria das plantas cultivadas, entretanto, são glicófitas, com algumas poucas exceções como o coqueiro e a tamareira.

A tolerância de uma cultura à salinidade é a capacidade que a mesma tem de suportar os efeitos do excesso de sais na zona radicular, assim, atingindo seu desenvolvimento e completando seu ciclo de vida (GREENWAY; MUNNS, 1980; DIAS et al., 2003). O limite de tolerância depende da concentração do sal em solução, do tempo de exposição, do estágio de desenvolvimento das plantas (AYERS; WESTCOT, 1991), bem como da variabilidade genética (SHANNON; GRIEVE, 1998).

O nível de tolerância de uma espécie vegetal pode ser expresso em termos da porcentagem de biomassa produzida ou da porcentagem de sobrevivência (MUNNS, 2002). A expressão da tolerância como porcentagem de biomassa produzida em

condições salinas versus a produção em condições controle, por um período de tempo prolongado, evidencia diferenças dramáticas entre as espécies (WILLADINO et al., 2010).

Para avaliação da tolerância das culturas a salinidade, pode ser englobado três critérios: 1) capacidade da plantas sobreviver em solo salino; 2) rendimento da planta em meio salino (produção satisfatória) e 3) produção relativa. Contudo, em termos de produção relativa, nem sempre uma variedade tolerante à salinidade é a mais produtiva, pois, este critério avalia o decréscimo percentual de produtividade, sendo que avaliando duas cultivares em mesmo nível salino, pode dizer aquela que embora apresente menor produtividade, mas que tenha apresentado menor decréscimo percentual pelo incremento de nível salino, é a cultivar mais tolerante (DIAS et al., 2003).

De acordo com Maas (1984) as tolerâncias relativas das culturas são classificadas da seguinte forma: sensíveis (Salinidade Limiar  $<1,3 \text{ dS m}^{-1}$ ); moderadamente sensíveis ( $1,3 < \text{Salinidade Limiar} < 3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); moderadamente tolerantes ( $3,0 < \text{Salinidade Limiar} < 6,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); tolerantes ( $6,0 < \text{Salinidade Limiar} < 10,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); não adequados para a maioria das culturas (Salinidade Limiar  $> 10 \text{ dS m}^{-1}$ ).

A fisiologia da tolerância das plantas ao estresse salino tem sido estudada em muitos trabalhos, em que se procura verificar os mecanismos de adaptação das espécies à salinidade (OLIVEIRA et al., 2013).

### **3.4.1 Salinidade em porta-enxertos de cajueiro**

O cajueiro é considerado uma planta rústica; entretanto, para que a sua exploração comercial seja viável economicamente, é importante a adoção de técnicas de cultivo para o incremento de sua produtividade (SERRANO; OLIVEIRA, 2013). Uma das técnicas recomendadas para a obtenção de sucesso produtivo no futuro pomar é a utilização de mudas de qualidade morfológica, sanitária e genética.

A partir da década de 1980, por meio de avanços no programa de melhoramento genético, a Embrapa passou a disponibilizar novos genótipos de cajueiro, com carga genética superior, propagados assexuadamente (clonagem) por garfagem lateral e borbulhia em placa (CAVALCANTI JÚNIOR, 2005). Em ambos os métodos de propagação, há a necessidade de formação de porta-enxertos, sendo o clone de cajueiro ‘CCP 06’ o mais recomendado para esse fim, uma vez que apresenta elevadas taxas de germinação e de sucesso de enxertia (SOARES et al., 2000; CARNEIRO et al.; 2002; PAIVA et al., 2008; ARAUJO et al., 2009; SERRANO et al., 2013).

A salinidade provoca efeitos negativos na germinação de plântulas de cajueiro bem como no desenvolvimento inicial dessas plântulas (VIÉGAS et al., 2001; CARNEIRO et al., 2002; BEZERRA et al., 2002;). Ainda com relação a produção de mudas, Carneiro et al. (2004) evidenciam a influência da utilização de porta enxertos na tolerância diferencial a salinidade.

Nos últimos anos foram desenvolvidos diversos estudos sobre os efeitos do estresse salino no desenvolvimento do cajueiro-anão precoce; em geral, observa-se que o crescimento da planta jovem foi severamente afetado (FERREIRA-SILVA et al., 2008). Tais efeitos também foram observados quando o cajueiro ainda se encontrava na fase de plântula (ABREU et al., 2008) na planta adulta, porém, não foi observado qualquer efeito decorrente da exposição aos sais (AMORIM et al., 2010).

Os estudos existentes sobre salinidade em cajueiro abrangem exclusivamente a fase de formação de plantas jovens e de porta-enxerto (ALVES et al., 2008; ALVES et al., 2009) havendo, entretanto, poucos trabalhos relacionados à germinação e ao estabelecimento de plântulas (CARNEIRO et al., 2002; BEZERRA et al., 2002; ARAÚJO et al., 2009; SOUSA et al., 2011; MARQUES et al., 2011), principalmente em condições de semiárido paraibano.

### **3.4.2 Mecanismos de tolerância**

No intuito de amenizar os efeitos negativos dos sais nas atividades metabólicas, as plantas desenvolvem uma série de mecanismos diferenciados de tolerância entre as distintas espécies (DIAS; BLANCO, 2010).

As plantas apresentam diferentes mecanismos de tolerância à salinidade, tanto em nível de célula, como de planta como um todo, podendo ser de baixa ou alta complexidade (MANSOUR; SALAMA, 2004; PARIDA; DAS, 2005). Esses mecanismos incluem: o acúmulo seletivo ou a exclusão de íons; o controle na absorção dos íons pelas raízes e seu transporte para as folhas; a compartimentalização dos íons no vacúolo; a síntese de solutos compatíveis; mudanças na rota fotossintética; alteração na estrutura das membranas; produção de enzimas antioxidantes e hormônios vegetais (TESTER; DAVENPORT, 2003; FLOWERS, 2004; PARIDA; DAS, 2005).

Muitas halófitas apresentam mecanismos de exclusão de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em estruturas morfológicas como glândulas secretoras e pelos vesiculares (FERNANDES et al., 2010). As glândulas secretoras são estruturas presentes na epiderme e consistem de células basais altamente cutinizadas, enquanto que, as células excretoras propriamente ditas

apresentam-se, praticamente, livres de cutina. As glândulas secretoras eliminam ativamente os sais presentes nas folhas. Os pelos vesiculares, que são células epidérmicas modificadas, geralmente acumulam sais no protoplasto e morrem e, em seguida, são substituídos por novos pelos. Outra alternativa de dessalinização é a abscisão de folhas velhas que acumulam consideráveis quantidades de sal (WILLADINO et al., 2010).

Plantas que apresentam maior eficiência no uso da água podem apresentar maior tolerância à salinidade, devido à maior regulação das perdas de água e pela ocorrência do retardamento no acúmulo de sais nas folhas (FERNANDES et al., 2010). O fechamento dos estômatos pode agir como sinal para ativar múltiplas respostas ao estresse, incluindo a inibição do crescimento de plantas, o que pode ser prejudicial em termos de rendimento (RUGGIERO et al., 2004). Por outro lado, o fechamento temporário dos estômatos evita a ocorrência de danos aos sistemas metabólicos, ajustando-os ao déficit hídrico na planta, seja ele decorrente da escassez de água ou do excesso de sais (MATOS; TEXEIRA JÚNIOR et al., 2003; SILVEIRA et al., 2003).

Outro mecanismo chave que contribui para expressar a maior tolerância das plantas a salinidade, é a habilidade de genótipos de plantas em manter altos teores de K, Ca e NO e baixos níveis de Na e Cl dentro do tecido (DIAS; BLANCO, 2010). Este fenômeno mantém altas relações de K/Na, Ca/Na e NO/C<sup>-</sup> nos tecidos, principalmente nas folhas, os quais mantem as plantas mais tolerantes a salinidade (KAFKAFI, 1984). Para Cuartero e Muñoz (1999) a aplicação de fertilizantes em quantidades maior que a recomendada poderia ser um mecanismo alternativo para induzir maior tolerância das plantas à salinidade moderada, pois, haveria maior absorção de nutrientes, assim aumentando as relações K/Na, Ca/Na e NO/Cl nas plantas.

É de fundamental importância o conhecimento a respeito da tolerância das plantas à salinidade e seus mecanismos. Pois, vale salientar que a solução de grande parte dos problemas da salinidade na produção agrícola depende da compreensão do nível de tolerância e dos aspectos fisiológicos e bioquímicos das plantas cultivadas sob essas condições (PRISCO; GOMES-FILHO, 2010).

### **3.5 Adubação orgânica**

O cajueiro é uma espécie considerada rústica, no entanto quando recebe adubação ela tende a responder em produtividade como todas as culturas. No entanto poucos são os trabalhos que relatam sobre adubação de mudas de cajueiro (MENDONÇA et al., 2010).

A frequente prática de fertilizar o solo com produtos químicos pode causar problemas de degradação. Desta forma, pode ocorrer uma redução do teor de matéria orgânica, deixando-o vulnerável aos fenômenos de salinização, erosão, levando ao empobrecimento do solo. Técnicas de recuperação e fertilização orgânica do solo podem viabilizar o retorno às condições de equilíbrio ecológico e reduzir significativamente ou até mesmo eliminar a utilização de adubos químicos no sistema produtivo (SILVA et al., 2007; FERREIRA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010). O uso frequente de resíduos orgânicos nas plantações consegue-se ao longo de alguns anos, a diminuição na aplicação de adubos minerais melhorando a qualidade do solo, já que os resíduos orgânicos atuam também como condicionadores do mesmo (SILVA; CANELLAS; CAMARGO et al., 2008).

Adicionar esterco ao solo para melhorar o conteúdo de matéria orgânica é uma prática usada há muito tempo (GLIESSMAN, 2000). De acordo com Filgueira (2000), a fonte mais utilizada dentre os insumos orgânicos, especialmente em solos pobres em matéria orgânica, é o esterco bovino. Isto se deve por seus inúmeros benefícios ao solo, influenciando direta ou indiretamente as suas propriedades físicas, químicas e biológicas (STEVENSON, 1994).

A manutenção da matéria orgânica do solo melhora as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. No que se refere à qualidade física, o uso de esterco promove o aumento da estabilidade dos agregados, associado à redução da densidade do solo. No que tange as características químicas é possível destacar o aumento da disponibilidade de nutrientes para as culturas e a capacidade de troca de cátions (CTC), associado à complexação de elementos tóxicos, e, por fim, influencia, positivamente, nas características biológicas do solo, pois promove a atividade dos micro-organismos, os quais atuam na ciclagem de nutrientes (OLIVEIRA, 2008).

A adubação orgânica contribui de forma decisiva para a melhoria das características do solo podendo, inclusive, reduzir o custo de produção da cultura uma vez que o insumo que mais encarece o custo de produção é o adubo mineral usado no plantio e em cobertura. De acordo com o grau de decomposição, o adubo orgânico pode ter efeito imediato no solo e na planta, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição (SANTOS et al., 2001).



#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

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. **Brasilian Journal of Plant Physiology**, v.20, p.105-118, 2008.

ALMEIDA, O.A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura, p. 234, 2010.

ALVES, F. A. L. et al. Efeito do Ca<sup>2+</sup> externo no conteúdo de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, L.; SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G. Clones de cajueiro-anão precoce expostos ao estresse salino e ao acúmulo de potássio e sódio. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, p.422-428, 2008.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Mecanismos fisiológicos envolvidos com a diminuição de K<sup>+</sup> em raízes de cajueiro causada por NaCl. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, p.588-595, 2009.

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, p.113-121, 2010.

ARAÚJO, J. R. G.; CERQUEIRA, M. C. M.; GUISTEM, J. M.; MARTINS, M. R.; SANTOS, F. N.; MENDONÇA, M. C. S. Embebição e posição da semente na germinação de clones de porta-enxertos de cajueiro-anão-precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 552-558, 2009.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, (FAO, Irrigação e Drenagem, 29), p. 153,1999.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29). p.218,1991.

BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R. Melhoramento genético do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 73-93, 1995.

BARROS, L.M.; PAIVA, J.R.; CRISÓSTOMO, J.R.; CAVALCANTE, J.J.V. Botânica, origem e distribuição geográfica. In: BARROS, L.M. (Ed) **Caju. Produção:**

**Aspectos técnicos.** 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. (Frutas do Brasil, 30), v. 1, p. 18-20 2002.

BEZERRA I.L., GHEYI H.R., FERNANDES P.D., SANTOS F.J.S., GURGEL M.T., NOBRE R.G. Germinação, formação de porta-enxertos e enxertia de cajueiro anão-precoce sob estresse salino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.420-424, 2002.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S. DE; CARDOSO, J. A. F.; SOARES FILHO, W. S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.343-353, 2008.

CACHORRO, P.; OTIZ, A.; CERDÁ, A. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. **Plant and Soil**, v.159, p.205-212, 1994.

CARNEIRO P.T.; FERNANDES P.D.; GHEYI, H.R.; SOARES F.A.L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.199-206, 2002.

CASTLE, W. S. TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. Rootstocks for florida citrus. **Agricultural Science**, p. 47, 1989.

CASTLE, W.S. A career perspective on citrus rootstocks, their development, and commercialization. **HortScience**, v.45, p.11-15, 2010.

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

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. Mudas: padrões e exigências agronômicas. In: OLIVEIRA, V. H.; COSTA, V. S. O. (Ed.). **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p.111-120, 2005.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. da 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.

CRISÓSTOMO, J.R.; BARROS, L.D.E.M; CAVALCANTE, J.J; PAIVA, J.J.V. Seleção de clones de cajueiro anão para o plantio comercial no estado do Ceará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35: p.11-12 ,2001.

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

DIAS, A. S., NOBRE; R. G., LIMA; G. S. DE. GHEYI, H. R., e PINHEIRO, F. W. A. Crescimento e produção de algodoeiro de fibra colorida cultivado em solo salino-sódico e adubação orgânica. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, Grandes Culturas, p. 260-273. 2016.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 129-140, 2010.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação de solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ/USP/LER, (Série didática n° 13), p.118, 2003.

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 AGROTEC**, v. 36, 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**. p.472, 2010.

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

FERREIRA, R.G., TÁVORA, F.J.A.F.; FERREYRAHERNANDEZ, F.F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.79-88, 2001

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 rootstock. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, n.1, p.51-59, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, p .402, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. p.402, 2000.

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

FLOWERS, T.J., TROKE, P.F. & YEO, A.R. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**. V.28, p.87-121, 1977.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. p.232, 2000.

GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F.J.; FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.365–370, 2011.

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

HO, L.C.; ADAMS, P. Regulation of the partitioning of dry matter and calcium in cucumber in relation to fruit growth and salinity. **Annal of Botany**, v.73, n.5, p.539-545, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

JESCHKE, W.D., ASLAM, Z., GREENWAY, H. Effects of NaCl on ion relations and carbohydrate status of roots and on osmotic regulation of roots and shoots of *Atriplex amnicola*. **Plant Cell and Environment**, v.9, p.559–569, 1986.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I; SHALHEVET, J. (ed.). Soil salinity under irrigation: processes and management. **Ecological Studies**, v.51, p.319-338, 1984.

KOVDA, D.A. Irrigation, drainage and salinity: An international sourcebook. p.177- 205, 1973.

LACERDA, C. F. Oil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.663-675, 2011.

LACERDA, C.F. **Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino**. 2000. 163 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

LACERDA, C.F. **Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino**. 2000. 163 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

LIMA, G. S. DE; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; SILVA, A. O. da. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Engenharia Agrícola**, v.34, p. 854-866, 2014.

LIMA, J. J. DE. MATA, DE D. V. DA., PINHEIRO NETO, R., SCAPIM, C. A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, p. 715-719, 2007.

LIMA, V. P. M. S. Modelos de exploração do cajueiro. In: LIMA, V. P.M. S. (Org.). **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**., p. 107-117, 1988.

MAAS, E. V. **Salt tolerance of plants**. Applied Agricultural Research, New York, v.1, p. 12-36, 1984.

MANSOUR, M. M. F. NaCl alteration of plasma membrane of *Allium cepa* epidermal cells, Alleviation by calcium. **Journal Plant Physiology**, v. 145, p. 726-730, 1995.

MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A. Cellular basis of salinity tolerance in plants. **Environmental and Experimental Botany**, Paris, v.52, p.113-122, 2004.

MARQUES, E. C.; FREITAS, V. S.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.993-999, 2011.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed.: **Academic Press**, p .889, 1995.

MATOS, N. N.; TEXEIRA JUNIOR, A. C.; SILVEIRA, J. A. G. DA. Influência do porta-enxerto no comportamento fisiológico de mudas de cajueiro (*anacardium occidentale* l.) Submetidas a estresses. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 27-31, 2003.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE**. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro.** p.103, 2012.

MENDONÇA, V., COSTA, M. D. S., MENDONÇA, L. F. D. M., BISCARO, G. A., FREITAS, P. S. D. C., PEREIRA, E. C., & LEITE, G. A. Doses crescentes de nitrogênio sobre o crescimento inicial de porta-enxertos de cajueiro gigante. **Agrarian**, v.3, p.95- 103, 2010.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BESAN, F.M.; LOVATO, T.; FERNÁNDEZ, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. **Tópicos em ciência do solo.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3. p.209-248, 2003.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell & Environment**, Oxford, v.25, p.239- 250, 2002.

NIU, X.; BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M.; PARDO, J.M. Ion homeostasis in NaCl stress environment. **Plant Physiology**, Rockville, v.109, p.735-742, 1995.

OLIVEIRA, A. C. R.; VELOSO, V. R. S.; BARROS, R. G.; FERNANDES, P. M.; e SOUZA, E. R. B. Captura de Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) com armadilha luminosa na cultura do tomateiro tutorado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 38, p. 153-157, 2008.

OLIVEIRA, A. E. S.; SÁ, J. R. DE.; MEDEIROS, J. F. DE.; NOGUEIRA, N. W.; SILVA, K. J. P. DA Interação da adubação organo-mineral no estado nutricional das plantas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V. 5, p. 53-58, 2010.

OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; MELO, T. K. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.37-45, 2011.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. R. A.; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.279-287, 2013.

OLIVEIRA, V. H.; Crisóstomo, L. A.; Santos, F. J. de S.; Raij, B. v.; Bernardi, A. C. de C.; Silva, C. A.; Soares, I. **Cultivo do cajueiro anão-precoce**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2002.

OLIVEIRA, V.H. **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010.

PAIVA, J. R. de; BARROS, L. de M.; CAVALCANTI, J. J. V. Cashew (*Anacardium occidentale* L.) breeding: a global perspective. In: JAIN, S. M.; PRIYADARSHAN, P. M. (Ed.). Breeding plantation tree crops: **tropical species**. Nova York: Springer, 2009. p. 287-324.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M.; CAVALCANTE, J. V. V.; MARQUES, G. V.; NUNES, A. C. Seleção de porta-enxertos de cajueiro comum para a região Nordeste: fase de viveiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, p.162-166, 2008.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environment Safety**, v. 60, p. 324-349, 2005.

PAULUS D, DOURADO NETO D, FRIZZONE JA & SOARES TM. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.29-35,2010.

PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: RENGEL, Z. Role of calcium in salt toxicity. **Plant Cell and Environment**, v.15, p.625-632, 2010.

QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT, p. 472, 2010.

RUGGIERO, B.; KOIWA, H.; MANABE, Y.; QUIST, T. M.; INAN, G.; SACCARDO, F.; JOLY, R. J.; HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R.A.; MAGGIO, A. Uncoupling the effects of ABA on plant growth and water relations: analysis of *sto1/nced3*, ABA deficient salt stress tolerant mutant in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, v. 136, p. 3134 – 3147, 2004.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; C, V.W.D.; C, A.R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.521-525, 2001.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In. ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: prática e inovações**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, parte 2, cap. 3, p.77-165, 2013.

SHANNON, M.C.; GRIEVE, C.M. Tolerance of vegetable cropsto salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, p.5- 38, 1998.

SILVA, A.O.; SILVA, D.J.R.; SOARES, T.M.; SILVA, E.F.F.; SANTOS, A.N.; ROLIM, M.M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do semiarido-PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.147-155, 2011.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.66–72, 2014.

SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). **Fundamentos de matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

SILVA, N. Í.; FONTES, L. O.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade de água na irrigação. **Revista agropecuária científica no semiárido**. v.7, p.01-15, 2011.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, p. 136-141, 2007.

SINGH, A. K.; GUPTA, S.K. Water management in salt affected soils: issues and strategies. **Journal of Soil Salinity & Water Quality**, Karnal, v. 1, p.14-24, 2009.

SOARES, A. C. D.; COSTA, J. T. A.; CRISÓSTOMO, L. A.; MELO, F. I. O. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de cajueiro-anão-precoce submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, p. 458-462, 2000.

SOUSA, A. B. O.; 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, p.390-394, 2011.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry genesis, composition, reactions**. John Wiley, p. 496, 1994.



TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., p.782, 2009.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J. L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M.; PARRADO, J. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**, v.99, p.1758-1767, 2008.

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

VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G.; MELO, A.R.B.; LIMA JUNIOR, A.R.; QUEIROZ, J.E.; FAUSTO, M.J.M. Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation of young cashew plants, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.216-222, 2001.

WILLADINO, L & CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, 2010.

## **CAPITULO I**

### **Crescimento e qualidade de porta-enxerto de cajueiro “CCP-06” irrigado com águas salinas e adubação orgânica**

POMBAL  
AGOSTO/2017

## CRESCIMENTO E QUALIDADE DE PORTA-ENXERTO DE CAJUEIRO “CCP-06” IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO ORGÂNICA

**RESUMO:** A região semiárida do Nordeste Brasileiro apresenta condições climáticas bastante específicas com escassez dos recursos hídricos e problemas com salinidade de solo e água, sendo necessário adoção de manejos que possibilitem a exploração agrícola sustentável sobre estas condições. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento e qualidade de porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’ submetido a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação e doses de matéria orgânica. O experimento foi realizado em um Neossolo flúvico em casa de vegetação no município de Pombal- PB. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com 3 repetições e duas plantas por parcela, sendo os tratamentos compostos de cinco níveis de condutividade elétrica da água – CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de matéria orgânica- MO (2,5; 3,5; 4,5 e 5,5% em base do volume de solo). Irrigação com água de condutividade elétrica acima de 0,3 dS m<sup>-1</sup> afeta negativamente as taxas de crescimento absoluto e relativo de altura de planta e índice de qualidade de Dickson. Doses crescentes de matéria orgânica atenua o efeito da salinidade da água de irrigação sobre altura de mudas do cajueiro anão precoce CCP 06, aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos. A irrigação com água de CEa de até 2,49 dS m<sup>-1</sup>, na produção de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 promove redução aceitável no crescimento (diâmetro, área foliar e TCRap) aos 30 DAT de 10%.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale* L., condutividade elétrica da água, matéria orgânica.

## **GROWTH AND QUALITY OF "CCP-06" CAJUEIRO PORTFOLIO IRRIGATED WITH SALT WATERS AND ORGANIC FERTILIZATION**

**ABSTRACT:** The semi-arid region of the Brazilian Northeast presents very specific climatic conditions with scarcity of water resources and problems with salinity of soil and water, and it is necessary to adopt management that allows sustainable agricultural exploitation on these conditions. In view of the above, the objective was to evaluate the growth and quality of 'CCP 06' cashew rootstock submitted to increasing levels of irrigation water salinity and organic matter doses. The experiment was conducted in a flavic Neosol under greenhouse conditions in the municipality of Pombal - PB. A randomized complete block design was used in a 5 x 4 factorial scheme, with 3 replicates and 2 plants per plot. The treatments were composed of five levels of electrical conductivity of water (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 and 3,1 dS m<sup>-1</sup>) and four doses of organic matter (2.5, 3.5, 4.5 and 5.5% on the basis of the soil volume). Irrigation with water of electrical conductivity above 0.3 dS m<sup>-1</sup> adversely affects the absolute and relative growth rates of plant height and Dickson quality index. Increasing doses of organic matter attenuates the effect of irrigation water salinity on plant height of precocious dwarf cashew CCP 06, at 30 days after application of treatments. Irrigation of CEa water of up to 2.49 dS m<sup>-1</sup> in the production of CCP 06 cashew rootstock promotes acceptable growth reduction (diameter, leaf area and TCRap) at 30 DAT of 10%.

**Key words:** *Anacardium occidentale* L., electrical conductivity of water, organic matter.

## 1 INTRODUÇÃO

No semiárido nordestino, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie amplamente cultivada, apresentando um importante papel na geração de emprego e renda. A maior parte das áreas são de cajueiro comum no entanto, a implantação de novos pomares geralmente é realizada com a utilização de clones de cajueiro anão-precoce, frequentemente enxertados e tendo como porta enxerto o CCP 06 (CAVALCANTI JUNIOR et al., 2003).

O Nordeste brasileiro apresenta condições climáticas bem específicas, com uma alta taxa de evaporação e precipitações irregulares causando a escassez de água (QUEIROZ et al., 2010).

Nesse contexto as águas utilizadas para irrigação normalmente são de origem superficial ou subterrânea, levando-se em conta que em determinadas zonas áridas as características climáticas e a escassez de recursos hídricos limitam a disponibilidade de água, tornando-se necessário o emprego de outras fontes de água disponíveis, como as águas residuárias de procedência urbana e as águas salobras de origem subterrâneas (ALMEIDA, 2010; SILVA et al., 2011).

Entretanto, devido a precipitação pluviométrica limitada, evaporação elevada e aos elevados teores de sais na água de muitos locais dessa região, tem se verificado a ocorrência da baixa produtividade associada ao processo de salinização dos solos (HOLANDA et al., 2007).

A utilização de água com elevadas concentrações de sais, requer a escolha de culturas mais tolerantes a níveis mais elevados de salinidade e de técnicas alternativas, que minimizem o efeito do estresse salino sobre as plantas (SILVA, 2011). Em geral, a salinidade inibe o crescimento das plantas em função dos efeitos osmóticos e tóxicos dos íons (MUNNS, 2002).

De maneira geral o conhecimento dos efeitos da salinidade na planta e no solo, bem como, os fenômenos envolvidos, é de fundamental importância na adoção de práticas

adequadas de manejo da água em ambientes salinos (DIAS; BLANCO, 2010). Assim, estudos detalhados sobre métodos que minimizem o efeito negativo sobre o comportamento das culturas e viabilize o cultivo nessas condições, principalmente das que apresentam grande importância socioeconômica, devem ser realizados com mais frequência e que sejam de fácil acesso ao produtor rural (SILVA, 2016).

Um das dessas práticas é a adição de resíduos orgânicos ao solo podendo ser uma alternativa potencial para amenizar os efeitos deletérios dos sais sobre a produtividade dos cultivos. O uso de adubos orgânicos está associado a elevação dos níveis de matéria orgânica no solo, elevando sua fertilidade e refletindo em maiores concentrações de macro e micronutrientes requeridos pelas plantas. Com isso vai haver uma melhoria nas características biológicas do solo além de adicionar substrato (fonte de alimento) para os microrganismos presentes no mesmo. A maior atividade desses microrganismos no solo aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas através da ação dos microrganismos decompositores (GARRIDO et al., 2008). Estes e outros benefícios conferem à MO um papel fundamental na avaliação da qualidade do solo (MIELNICZUK et al., 2003).

Na fruticultura tem-se buscando a cada dia inovações que possibilitem maiores rendimentos, a utilização de porta-enxertos é uma delas, os mesmos são selecionados pelas características que conferem à copa, das quais destacam-se o vigor, a tolerância a pragas e doenças, a precocidade, e os incrementos na produção e nos atributos de qualidade dos frutos (ASANTE, 2001; CASTLE, 2010). Por meio da propagação vegetativa (clonagem), obtêm-se pomares com plantas homogêneas quanto ao porte e à produção, o que facilita o manejo e incrementa a produtividade.

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o crescimento e a qualidade de porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’ submetido a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação e doses de matéria orgânica.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização da área experimental**

A pesquisa foi desenvolvida durante os meses de setembro a dezembro do ano de 2016 em condições de ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas locais de referência são 6°48’16” S,

37°49'15" O e altitude média de 144 m. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, ou seja, semiárido quente e seco, temperatura média de 28°, precipitações pluviométricas anuais em torno de 750 mm ano<sup>-1</sup> e evaporação média de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982).

## **2.2 Tratamentos e delineamento estatístico**

O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições e duas plantas por parcela. Os tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) e doses de matéria orgânica (2,5%; 3,5%; 4,5% e 5,5% em base do volume de solo), correspondentes a 20,67; 50,21; 79,75 e 109,29g respectivamente.

## **2.3 Descrição dos tratamentos**

Os níveis salinos foram selecionados de acordo com Carneiro et al. (2002), que notou sensibilidade na cultura do cajueiro anão precoce com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Inibindo dessa forma o crescimento da planta em altura, área foliar, produção de fitomassa seca da parte aérea e total. Sendo o limite de salinidade da água de irrigação para o crescimento inicial do cajueiro anão-precoce de 1,48 dS m<sup>-1</sup>.

Para o preparo das águas salinas foram adicionadas diferentes concentrações de sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1, relação predominante nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> = CE x 10) (RHOADES et al.,1992).

As doses de matéria orgânica escolhidas tiveram como base a inexistência de pesquisas utilizando-a na composição do substrato para produção de porta-enxerto na região, a mesma foi utilizada como fonte de matéria orgânica, sendo previamente curtido e incorporado ao solo no momento do enchimento das sacolas.

Foi utilizado o clone de cajueiro CCP 06 caracterizado como sendo material vegetal rústico, adaptado as condições de clima e solo do semiárido nordestino, sendo bastante utilizado na produção de porta-enxerto em viveiros de produção de muda nesta região. As sementes do clone CCP 06, foram provenientes da Embrapa Agroindústria Tropical localizado no município de Pacajus-CE.

## 2.4 Produção dos porta-enxerto

Para a obtenção dos porta-enxertos foram utilizadas sacolas plásticas que apresentavam as seguintes dimensões de 25 cm de altura e 13 cm de diâmetro e com capacidade para 1230 mL (Figura 1A), e estas possuíam furos na parte inferior para permitir a livre drenagem da água. No preenchimento das sacolas foi utilizado substrato composto de Neossolo flúvico + Esterco bovino com diferentes proporções. As sacolas foram acomodadas em bancadas metálicas (cantoneiras), a uma altura de 0,8 m do solo (Figura 1B).



**Figura 1:** Detalhes dos porta-enxerto de cajueiro CCP-06 (A) e disposição das sacolas na bancada metálicas (B).

As características físicas e químicas do solo utilizado na pesquisa (Tabela 1), foram obtidas conforme Claessen (1997) e analisadas no Laboratório de Solo e Planta do CCTA/UFMG.

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

		Atributos químicos .....						
pH		P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
CaCl <sub>2</sub>	CEa	mg/dm <sup>3</sup>	.....cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> .....					
1:2,5	1,21							
7,41		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 <sup>-1</sup>		g cm <sup>-3</sup>		%			
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

As distintas doses de matéria orgânica curtidos foram adicionados em fundação, cujas quantidades foram determinadas considerando o teor de matéria orgânica no esterco igual a 45%.



As irrigações foram realizadas no final da tarde (17:00 h) com água de abastecimento local ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), deixando o solo próximo a capacidade de campo pelo processo de lisimetria de drenagem.

Foram realizados tratos culturais durante o desenvolvimento das plantas, como eliminação de plantas daninhas manualmente e escarificação superficial do substrato para remoção de camadas compactadas.

A aplicação dos níveis salinos teve início aos 07 dias após a emergência de plântulas (DAE) com irrigações diárias de forma manual usando uma proveta graduada, conforme o tratamento. As irrigações foram feitas com base na necessidade hídrica da planta, pelo processo de lisimetria de drenagem (quinze sacolas foram escolhidas e colocado um coletor), sendo aplicado diariamente o volume retido nas sacolas, determinado pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado da irrigação anterior (BERNARDO et al., 2006), aplicadas no final da tarde. Sendo aplicados a cada dez dias, uma fração de lixiviação de 15% com base no volume aplicado neste período, com o intuito de reduzir a salinidade do extrato de saturação do substrato.

## 2.5 Variáveis analisadas

O crescimento dos porta-enxerto cajueiro CCP 06 foi avaliado aos 10 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) com águas salinas através da altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). Outrossim, foram mensuradas no período entre 10 a 30 DAT, a taxa de crescimento absoluto (TCA) de altura de plantas ( $TCA_{AP}$ ), taxa de crescimento relativo (TCR) de altura de plantas ( $TRC_{AP}$ ) e o Índice de qualidade de Dickson (IQD) aos 30 dias, a escolha da data ocorreu levando-se em consideração o tempo médio para produção de porta-enxerto.

O DC foi medido a 5 cm do colo da planta. A determinação do NF foi feita por contagem simples, considerando as que estavam com o limbo foliar totalmente expandido. A área foliar foi obtida de acordo com Carneiro et al. (2002) conforme equação 1:

$$AF = (C \times L) \times f$$

AF= área foliar,

C= comprimento,

L= largura de cada folha

Fator “f” = 0,6544.

A determinação da taxa de crescimento absoluto (TCA) foi obtida empregando-se metodologia proposta por Benicasa (2003), conforme descrito na equação 1:

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

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 taxa de crescimento relativo foi obtida pela equação 2, onde se mensura o crescimento em função da matéria pré-existente, adaptando-se para altura e diâmetro de plantas os procedimentos contidos em Poorter (1989) e Hunt et al. (2002).

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

Em que:

TCR = taxa de crescimento relativo,

$A_2$  = crescimento da planta no tempo  $t_2$ ,

$A_1$  = crescimento da planta no tempo  $t_1$ ,  $t_2 - t_1$  = diferença de tempo entre as amostragens e

ln = logaritmo natural.

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 3.

$$IQD = \frac{(FST)}{(AP/DC) + (FSPA/FSR)} \quad (3)$$

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).

## 2.6 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, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 2), observa-se que houve efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação na altura de planta, aos 10 e 30 dias após aplicação do tratamento (DAT), diâmetro do caule e número de folhas aos 30 DAT e área foliar aos 10 e 30 DAT. Para o fator matéria orgânica não verifica-se diferença significativa sobre as variáveis estudadas. Outrossim constatou-se interação significativa entre salinidade da água de irrigação e doses de matéria orgânica (NS x MO) apenas para a variável altura de planta aos 30 DAT.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 irrigado com diferentes níveis de salinidades da água e distintas doses de matéria orgânica, aos 10 e 30 dias após aplicação dos tratamentos - DAT.

Tratamentos	GL	Q.M							
		AP		DC		NF		AF	
		10	30	10	30	10	30	10	30
Níveis salinos (NS)	4	9,41*	51,45**	0,10ns	1,18*	1,10ns	3,94*	1626,40*	9420,67*
Reg. Linear	1	30,60**	169,21**	0,11ns	3,20**	1,87ns	13,33**	3654,24*	18765,00**
Reg. Quadrática	1	3,66ns	12,98ns	0,03ns	0,57ns	1,72ns	0,21ns	35,29ns	67,81ns
Matéria orgânica (MO)	3	1,39ns	1,19ns	0,00ns	1,14ns	1,24ns	3,39ns	651,64ns	4123,3 <sup>1ns</sup>
NS x MO	12	5,89ns	12,15**	0,06ns	0,14ns	0,30ns	0,51ns	1010,37ns	2658,79ns
Bloco	2	1,71*	26,90*	0,63**	1,00ns	5,71**	6,95*	1654,94ns	3862,28ns
CV (%)		11,98	9,72	7,53	9,13	10,40	15,80	14,83	22,52

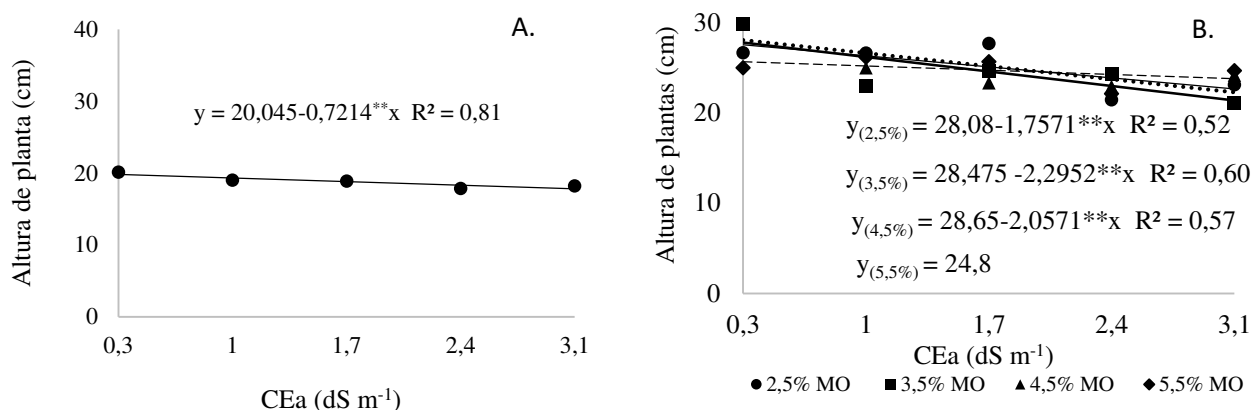
ns, \*\*, \* respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$

As distintas doses de esterco bovino não atenuaram os efeito do estresse salino, fato ocorrido possivelmente devido a lenta decomposição e mineralização do esterco. Esta situação diverge do trabalho de Cavalcanti et al. (2010) que avaliando a produção de mudas de goiabeira constataram redução do estresse salino com o uso de biofertilizante bovino, salienta-se que o tempo de formação de mudas desta cultura é maior que o cajueiro.

Conforme a Figura 2A, a salinidade da água de irrigação afetou negativamente a AP dos porta-enxerto de cajueiro aos 10 DAT, apresentando efeito linear decrescente com

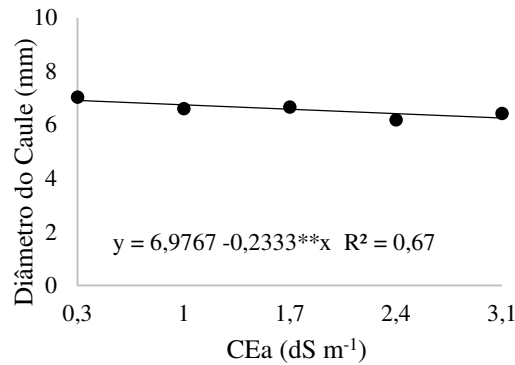
redução de 3,59% para cada incremento unitário de CEa, ou seja, as plantas que foram submetidas a irrigação com CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> apresentaram decréscimos de 10,07% em comparação com os porta-enxerto que receberam o menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Carneiro et al. (2002), ao estudarem os efeitos da água de irrigação sobre o crescimento inicial de cinco clones de cajueiro anão precoce constataram, igualmente, redução da altura de planta com o aumento da CEa acima de 0,7 dS m<sup>-1</sup>. Deste modo, a redução na AP em função dos níveis de CEa deve estar associado ao aumento da concentração de sais na solução do solo, que promove redução do potencial osmótico levando a uma maior capacidade de retenção de água no solo, afetando a absorção e como consequência diminuição do crescimento das plantas cultivadas (GARCIA et al., 2010).

Conforme a análise de variância (Tabela 2), a interação entre os fatores (NS x MO), exerceu efeito significativo na AP aos 30 DAT e de acordo com a equação de regressão (Figura 2B) observa-se efeito linear decrescente quando as plantas foram submetidas a adubação com 2,5; 3,5; e 4,5% de MO, cujos decréscimos foram respectivamente de 6,26% (1,69 cm), 8,06% (1,69 cm) e 7,18% (1,95 cm) com o incremento unitário da CEa, correspondente as reduções de 27, 21 e 25 cm na altura das plantas sob irrigação com CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> comparadas com as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Nesta situação verifica-se a ação atenuante da maior dose de matéria orgânica (4,5%) aos efeitos negativos dos sais sobre o crescimento em altura das plantas, fato explicado pela contribuição da matéria orgânica na tolerância das plantas aos sais, proporcionado pela melhor estruturação do solo, melhor drenagem e maior disponibilidade de nutrientes, respeitando as limitações de dosagens. Esses efeitos benéficos possivelmente estão relacionados com a capacidade do esterco bovino em estimular a liberação de substâncias húmicas no solo, o que resulta em maior crescimento das raízes e parte aérea das plantas (CAVALCANTE et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2011).



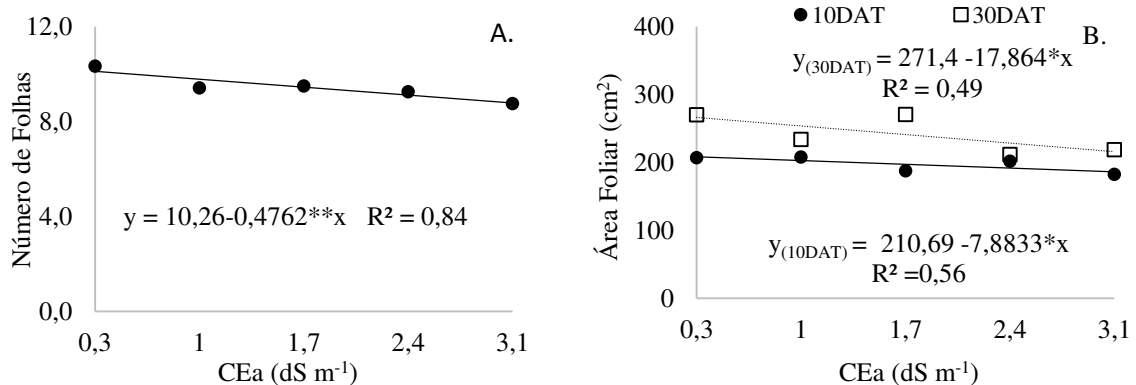
**Figura 2.** Altura de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 10 DAT (A) e da interação entre os níveis de CEa e doses de matéria orgânica (B), aos 30 DAT.

Estudando o efeito da salinidade sob o diâmetro do caule (DC) dos porta-enxerto de cajueiro CCP 06 aos 30 DAT (Figura 3), verifica-se que o aumento da salinidade proporcionou redução linear de 3,34% por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 0,65 mm (9,35%) no DC das plantas de cajueiro submetidas ao maior nível salino (3,1 dS m<sup>-1</sup>) em relação às irrigadas com 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Bezerra et al. (2002), avaliando a influência de diferentes níveis de CEa sobre o crescimento de dois clones de cajueiro, em que o aumento da salinidade da água de irrigação produziu decréscimo significativo no diâmetro caulinar. Assim, a redução do diâmetro caulinar observada nas plantas cultivadas sob condições de elevada salinidade da água decorre possivelmente do declínio no potencial osmótico da solução do solo, o que dificulta a capacidade das raízes absorverem água, fazendo com que a planta reduza a abertura dos estômatos, como primeiro mecanismo para diminuir a perda de água, afetando diretamente a absorção de água e nutrientes, a divisão e o alongamento das células e inibe o crescimento das plantas. Comparativamente, a influência dos efeitos está em acordo com a apresentada por Sousa et al. (2011) após avaliarem o desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina.



**Figura 3.** Diâmetro do caule de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação - CEa aos 30 DAT.

A elevação do teor salino na água de irrigação, reduziu significativamente o número de folhas do cajueiro CCP 06 (Figura 4A), sendo constatada uma perda de 4,64% com o aumento unitário da CEa, isto é, um declínio de 12,99% nas plantas irrigadas com a água mais salina (3,1 dS m<sup>-1</sup>) em relação à de menor salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>) o que corresponde a uma perda de 1,32 folhas. Esta diminuição do NF pode estar associado ao mecanismo para reduzir as perdas de água para a atmosfera notando também declínio na área foliar das plantas de cajueiro CCP 06. Segundo Siqueira et al. (2005) a redução do número de folhas em função da salinidade da água de irrigação constitui um processo fisiológico de adaptação das plantas ao estresse salino, como forma de reduzir a perda de água por transpiração.



**Figura 4.** Número de folhas em função da salinidade da água de irrigação – CEa aos 10 DAT (A) e Área Foliar (B) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 em função da salinidade da água de irrigação – CEa aos 10 e 30 DAT.

Estudando o efeito da salinidade sob a área foliar das plantas de cajueiro CCP 06 aos 10 e 30 DAT (Figura 4B), verifica-se conforme a equação de regressão que o aumento da salinidade proporcionou respectivamente redução linear de 3,74 e 6,58% por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 10,47% e de 18,43% na AF das plantas de cajueiro submetidas ao maior nível salino (3,1 dS m<sup>-1</sup>) em relação às irrigadas com 0,3 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Carneiro et al. (2002) estudando a interação entre clones de cajueiro e níveis salinos da água de irrigação.

A redução da área foliar pode estar relacionada ao aumento da salinidade no substrato o que provoca redução na absorção de água pelas raízes, além de inibir a atividade meristemática e o alongamento celular, tendo como consequência a redução no crescimento e desenvolvimento da cultura (NOBRE et al., 2013). Além disso, ao absorvem água, sendo que a mesma está mais concentrada em sais, a planta acaba entrando em desbalanço nutricional e este desequilíbrio pode provocar perdas da produção de fotoassimilados vitais dentre os quais açúcares, carboidratos e proteínas prejudicando assim, o seu crescimento (TORRES et al., 2014).

Verifica-se, com base nos resultados da análise de variância (Tabela 3), efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação (S) sobre a taxa de crescimento absoluto e relativo de altura de planta no período entre 10 e 30 DAT e para índice de qualidade de Dickson aos 30 DAT. Já em relação ao fator doses de matéria orgânica não foi constatada de efeito significativo bem como para a interação entre os fatores estudados.

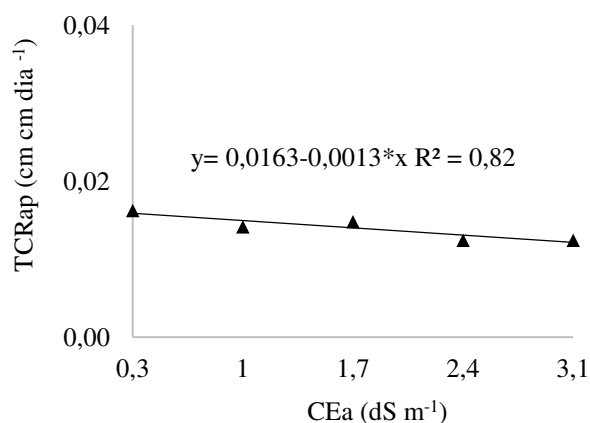
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância da taxa de crescimento absoluto (TCAap) e relativo (TCRap) da altura de plantas no período de 10 a 30 DAT e índice de qualidade de Dickson (IQD) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, aos 30 DAT em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de matéria orgânica.

Tratamentos	GL	QM		
		TCAap 10-30	TCRap 10-30	IQD 30
Níveis salinos (S)	4	64 x 10 <sup>-7</sup> ns	10 x 10 <sup>-6</sup> *	0,11 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	73 x 10 <sup>-7</sup> ns	35 x 10 <sup>-7</sup> *	0,41 <sup>ns</sup>
Reg. Quadrática	1	21 x 10 <sup>-7</sup> ns	48 x 10 <sup>-7</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
Matéria orgânica (MO)	3	52 x 10 <sup>-7</sup> ns	7 x 10 <sup>-7</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
NS x MO	12	95 x 10 <sup>-7</sup> ns	96 x 10 <sup>-7</sup>	0,01 <sup>ns</sup>

Bloco	2	$36 \times 10^{-7}$ ns	$19 \times 10^{-7}$	0,00 <sup>ns</sup>
CV (%)		3,48	22,02	20,88

ns, \*\*, \* respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$  <sup>1</sup>análise estatística realizada após transformação de dados em  $\sqrt{x}$ .

A TCRap do cajueiro foi influenciada significativamente pelos níveis de salinidade da água nos intervalos de 10 à 30 DAT e segundo estudos de regressão (Figuras 4B) nota-se que à medida em que se elevou a CEa houve uma diminuição nesta variável, apresentando um decréscimo de 7,97%, por aumento unitário da CEa, respectivamente o que corresponde a um declínio de  $0,012 \text{ cm cm dia}^{-1}$  ao se irrigar os porta-enxertos com água de maior nível salino ( $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ ) em relação ao menor nível ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ). Esses resultados podem ter ocorrido devido aos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , a baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura e a redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina. De acordo com Freire et al. (2010), isto ocorre devido ao efeito da salinidade sobre a pressão de turgescência nas células, em virtude da diminuição do conteúdo de água nos tecidos, resultando em declínio na expansão da parede celular, causando menor crescimento das plantas.



**Figura 5.** Taxa de crescimento relativo da altura de planta – TCRap em função da salinidade da água de irrigação - CEa no período de 10 à 30 DAT.

O aumento da concentração salina na água de irrigação afetou significativamente a qualidade dos porta-enxerto de cajueiro, mesmo não havendo efeito significativo aos 30 DAT, a média obtida entre os porta-enxerto sob níveis de CEa variando de 0,3 a 3,1 dS



m<sup>-1</sup> foi de 0,61. Fato interessante do ponto de vista que, mesmo sob condições de estresse salino os porta-enxerto de cajueiro CCP 06, possuíam o IQD superior a 0,2 sendo considerados com boa qualidade final para estabelecimento no campo. Segundo Gomes e Paiva (2011), quanto maior o valor de IQD, melhor o padrão de qualidade das mudas.

#### 4 CONCLUSÕES

A irrigação de água CEa de até 2,49 dS m<sup>-1</sup>, na produção de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 promove redução aceitável no crescimento (diâmetro, área foliar e TCRap) aos 30 DAT de 10%.

As doses crescentes de matéria orgânica não atenuaram o efeito da salinidade da água de irrigação sobre as variáveis estudadas durante o período de desenvolvimento do trabalho.

A dose de matéria orgânica de 2,5% apresentou o melhor resultados para as variáveis estudadas.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 7.ed. Viçosa: Editora UFV, p .611, 2006.

BEZERRA, I.L.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; GURGEL, M.T.; NOBRE, R.G. Germinação, formação de porta-enxertos e enxertia de cajueiro anão-precoce, sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.420-424. 2002.

CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.199-206, 2002.

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J. ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 4, p. 414-420, 2009.

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

CAVALCANTI JUNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. **Produção de mudas de cajueiro**. Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, 42, 2003.

CLAESSEN, M. E. C. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. p. 129-140, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE, A. L. O. SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P. DE. BANDEIRA G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, Suplemento 1, v. 31, p. 1133-1144, 2010.

HUNT, D. F.; SHIPLEY, B.; ASKEW, A. P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v. 90, p. 485-488, 2002.

GARCIA, G. de O.; NAZÁRIO, A.A.; MORAES, W.B.; GONÇALVES, I.Z.; MADALÃO, J.C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. **Engenharia na Agricultura**, v.18, 2010.

GARRIDO, M. S.; SAMPAIO, E. V. B.; MENEZES, R.S. C. Potencial de adubação orgânica com esterco no Nordeste do Brasil. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. SALCEDO, I. H. **Fertilidade e produção de biomassa no Semiárido**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 123-132. 2008.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, p.116, 2011.

HOLANDA, A. C. DE; SANTOS, R. V. DOS; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande v. 7, p. 39-50, 2007.

MELO, D. A. de; SILVA A. L. da. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v. 2, p. 71-78, 2014.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.;

LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H. **Tópicos em ciência do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3. p.209-248, 2003.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environmental**, Oxford, v.25, p.239- 250, 2002.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D. DOS.; SILVA, S. A. DA.;VIEIRA, M. DA S.; OLIVEIRA, A. P. DE. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, p.258-264, 2011.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v 44, p. 76-85, 2013.

POORTER, H. Plant growth analysis: towards a synthesis of the classical and the functional approach. **Physiologia Plantarum**, v. 75, p. 237-244, 1989.

QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. p .472, 2010.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F. DE.; SOUSA, G. G. DE.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L. DA.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p.383-389, 2011.

SILVA, W. C. **Respostas Do Feijão-Caupi À Diferentes Lâminas De Irrigação Com Água Salina E Doses De Biofertilizante**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, p.72. 2016.

SIQUEIRA, E. da C.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, F. A. L.; BARROS JÚNIOR, G.; CAVACALTI, M. L. F. Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.263-267, 2005.

SOUSA, A. D.; 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, p. 390-394, 2011.

TORRES, E. C. M. de; FREIRE, J. L. O. de; OLIVEIRA, J. L.de; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A. de; SILVA A. L da. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v. 2, p. 71-78, 2014.

## **CAPITULO II**

# **TROCAS GASOSAS E FITOMASSA DE PORTA- ENXERTO DE CAJUEIRO SOB ÁGUAS SALINIZADAS E ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

**POMBAL**

**AGOSTO/2017**

## **TROCAS GASOSAS E FITOMASSA DE PORTA-ENXERTO DE CAJUEIRO SOB ÁGUAS SALINIZADAS E ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

**Resumo:** O uso de águas salinas na agricultura tornou-se uma alternativa em diversas regiões do mundo, contudo é necessário o desenvolvimento de técnicas para viabilizar o uso dessas águas na agricultura. Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho, avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação sob as respostas fisiológicas e produção de fitomassa de porta-enxerto de cajueiro anão precoce CCP 06 associado a doses crescentes de matéria orgânica, em experimento conduzido em condições de ambiente protegido no CCTA/UFCG. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, com 3 repetições e duas plantas por parcela, sendo os tratamentos compostos de cinco níveis de condutividade elétrica da água – CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de matéria orgânica (2,5; 3,5; 4,5 e 5,5% em base do volume de solo). A transpiração, condutância estomática e a fotossíntese líquida de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 diminuem com o acréscimo da salinidade da água de irrigação. O uso de matéria orgânica nas doses de 3,5 e 4,5% reduzem o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a massa seca de caule de porta-enxerto de cajueiro CCP 06. A maior

produção de fitomassa de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 é obtido com água de condutividade elétrica de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ .

**Palavras-chave:** CCP 06, estresse salino, irrigação

## **GAS EXCHANGES AND FITOMASS FROM CAJUEIRO GATEWAY UNDER SALINIZED WATER AND ORGANIC FERTILIZATION**

**ABSTRACT:** The use of saline water in agriculture has become an alternative in several regions of the world, however, it is necessary to develop techniques to make water use feasible in agriculture. The objective of this study was to evaluate the effect of salinity of irrigation water under the physiological responses and the production of rootstock cashew rootstock of early dwarf cashew CCP 06 associated to increasing doses of organic matter in an experiment conducted in Conditions in the CCTA / UFCG. The experimental design was a randomized complete block design, in a  $5 \times 4$  factorial scheme, with three replications and two plants per plot, being the treatments composed of five levels of electrical conductivity of the water - CEa ( $0.3, 1.0; 1.7, 2.4$  and  $3.1 \text{ dS m}^{-1}$ ) and four doses of organic matter (2.5, 3.5, 4.5 and 5.5% on the basis of soil volume). The transpiration, stomatal conductance and liquid photosynthesis of CCP 06 cashew rootstocks decrease with the increase of salinity of the irrigation water. The use of organic matter at 3.5 and 4.5% doses reduces the effect of irrigation water salinity on the dry mass of CCP 06 cashew rootstock stem. The higher production of rootstock phytomass CCP 06 cashew is obtained with water of electrical conductivity of  $0.3 \text{ dS m}^{-1}$ .

**Key words:** CCP 06, saline stress, irrigation

## **1 INTRODUÇÃO**

Em regiões áridas e semiáridas, a salinização decorre da natureza física e química dos solos, do regime pluvial e da alta evaporação. Naturalmente, o uso de irrigação acarreta a incorporação de sais ao perfil do solo, por conter na água sais solúveis. Devido ao seu uso continuado em irrigações, na ausência de lixiviação, os sais se depositam na zona do sistema radicular e na superfície do solo, decorrente da evaporação da água. Segundo Holanda Filho et al. (2011), o uso de água salina aumenta os teores de cloreto e sódio no solo, a porcentagem de sódio trocável, a razão de adsorção de sódio, modificando suas características.

Em algumas regiões de clima semiárido, onde o período chuvoso é curto, o aparecimento de intensas precipitações proporciona o deslocamento de sais de uma área de melhor para uma área de pior drenagem. Como nestas regiões há predominância da evaporação sobre a precipitação, os sais se acumulam nas camadas superficiais do solo, resultando na formação de solos salinos (QUEIROZ et al., 2010).

Com base nessa realidade a habilidade das plantas em sobreviver em condições salinas, é importante para sua distribuição geográfica e para agricultura nas regiões afetadas por sais. É necessário a utilização de espécies que tolerem esta condição e, se

possível, que sejam capazes de melhorar as características físicas e químicas desse solo, o que pode ser conseguido por meio do plantio de espécies arbóreas de crescimento rápido, tolerantes à salinidade (FREIRA et al., 2010; NAZAR et al., 2011; LUKAC et al., 2012).

No caso do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), a maioria dos pomares no Brasil localiza-se no semiárido, que por sua vez, é caracterizado pela escassez hídrica e por apresentar problemas ligados à salinidade (GHEYI, 2000), e que, em geral, em função da baixa disponibilidade hídrica superficial, os viveiros de produção de mudas são forçados a utilizar água de baixa qualidade. Em cajueiro anão precoce, estudos evidenciam que a porcentagem de germinação só é prejudicada em níveis elevados de sal, no entanto, o tempo médio de emergência das plântulas é afetado, atrasando a sua emergência (BEZERRA et al., 2002; CARNEIRO et al., 2002).

Vários estudos têm mostrado o efeito positivo da matéria orgânica na recuperação de solos afetados por sais promovendo um melhor desenvolvimento e o crescimento das plantas. A mesma exerce uma notável influência nas características físicas, químicas e biológicas do solo, principalmente no que se refere à capacidade de troca de cátions e estabilidade dos agregados (CELIK et al., 2004; KIEHL, 2010).

Desse modo, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a fisiologia e produção de fitomassa de porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’ submetido a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação e doses de matéria orgânica.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização da área experimental**

A pesquisa foi desenvolvida durante os meses de setembro a dezembro de 2016 em condições de ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas locais de referência são 6°48’16” S, 37°49’15” O e altitude média de 144 m. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, ou seja, semiárido quente e seco, temperatura média de 28°, precipitações pluviométricas anuais em torno de 750 mm ano<sup>-1</sup> e evapotranspiração média de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982).

### **2.2 Tratamentos e delineamento estatístico**



O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições e duas plantas por parcela. Os tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: condutividade elétrica da água de irrigação- CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) e doses de matéria orgânica (2,5%; 3,5%; 4,5% e 5,5% em base do volume de solo), que corresponde a 20,67; 50,21; 79,75 e 109,29 g respectivamente.

### **2.3 Descrição dos tratamentos**

Os níveis salinos foram selecionados de acordo com Carneiro et al. (2002), que notou sensibilidade na cultura do cajueiro anão precoce com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Inibindo dessa forma o crescimento da planta em altura, área foliar, produção de fitomassa seca da parte aérea e total. Sendo o limite de salinidade da água de irrigação para o crescimento inicial do cajueiro anão-precoce de 1,48 dS m<sup>-1</sup>.

As águas de diferentes salinidades foram obtidas da água de abastecimento (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>) mediante a adição de diferentes concentrações de sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1, relação está predominante nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> = CE x 10) (RHOADES et al.,1992).

Como fonte de matéria orgânica usou-se esterco bovino cujas percentagens foram (2,5; 3,5; 4,5 e 5,5% de MO) escolhidas como base na inexistência de pesquisas na produção de porta-enxerto de cajueiro para região; o mesmo foi previamente curtido e incorporado ao solo no momento do enchimento das sacolas.

Foi utilizado o clone de cajueiro CCP 06 caracterizado como sendo material vegetal rústico, adaptado as condições de clima e solo do semiárido nordestino, sendo bastante utilizado na produção de porta-enxerto em viveiros de produção de muda nesta região. As sementes do clone CCP 06, foram provenientes da Embrapa Agroindústria Tropical localizado no município de Pacajus-CE.

### **2.4 Produção dos porta-enxerto**

Para a obtenção dos porta-enxertos foram utilizados sacolas plásticas que apresentavam as seguintes dimensões de 25 cm de altura e 13 cm de diâmetro e com capacidade para 1230 mL (Figura 1A), e estas possuíam furos na parte inferior para permitir a livre drenagem da água. No preenchimento das sacolas foi utilizado substrato

composto de Neossolo flúvico + Esterco bovino com diferentes proporções. As sacolas foram acomodadas em bancadas metálicas (cantoneiras), a uma altura de 0,8 m do solo (Figura 1B).



**Figura 1.** Visão geral do experimento (A) e disposição das sacolas em bancada metálica (B) dos porta-enxertos de cajueiro anão precoce CCP 06.

As características físicas e químicas do solo utilizado na pesquisa (Tabela 1), foram obtidas conforme Claessen (1997) e analisadas no Laboratório de Solo e Nutrição de plantas Planta do CCTA/UFCG.

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

		Atributos químicos							
pH	CEa	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	
CaCl <sub>2</sub> 1:2,5	1,21	mg/dm <sup>3</sup>	.....cmol/dm <sup>3</sup> .....						
7,41		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 <sup>-1</sup>		g cm <sup>-3</sup>		%				
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

As distintas doses de esterco bovino curtidos foram adicionados em fundação, cujas quantidades foram determinadas considerando o teor de matéria orgânica no esterco igual a 45%. O semeio ocorreu na profundidade de 1,5 cm utilizando-se apenas uma semente por sacola.

Durante o período de semeio, germinação e emergência das plântulas, o substrato foi mantido com umidade próximo da capacidade de campo, usando água de abastecimento local (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>) sendo as irrigações realizadas ao final da tarde (17:00 h) pelo processo de lisimetria de drenagem.

Foram realizados tratamentos culturais durante o crescimento das plantas, como eliminação de plantas espontâneas manualmente e escarificação superficial do substrato para remoção de camadas compactadas.

A aplicação dos distintos níveis salinos teve início aos 07 dias após a emergência de plântulas (DAE) com irrigações diárias de forma manual usando uma proveta graduada, conforme o tratamento. As irrigações foram feitas com base na necessidade hídrica da planta, pelo processo de lisimetria de drenagem (quinze sacolas foram escolhidas e colocado um coletor), sendo aplicado diariamente o volume retido nas sacolas, determinado pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado da irrigação anterior (BERNARDO et al., 2006), aplicadas no final da tarde. Sendo aplicados a cada dez dias, uma fração de lixiviação de 15% com base no volume aplicado neste período, com o intuito de reduzir o acúmulo de sais no substrato.

## **2.5 Variáveis analisadas**

Foram mensuradas as taxas de fotossíntese líquida (A), de transpiração (E), a condutância estomática (gs), sendo para isso utilizado um analisador portátil de gás infravermelho IRGA (modelo LCI, ADC BioScientific Inglaterra). A medição foi realizada no mês de Novembro de 2016 entre as 6 e 7 h, visto que, em geral, as plantas apresentam maiores taxas fotossintéticas nesse horário 60 dias após o semeio. As folhas analisadas encontravam-se em estágio adulto e totalmente expandidas e mantidas em suas posições naturais, conforme descrito por DaMatta et al. (1997).

A produção de massa seca foi mensurada aos 10 e 30 dias após o transplante - DAT a partir da fitomassa seca de folhas (MSF), de caule (MFC), raiz (MSR) e total (MST).

Para determinação do acúmulo de massa seca, a haste de cada planta foi cortada rente ao solo e, em seguida, foram separadas as distintas partes (caule, folha e raiz). As distintas partes da planta foram acondicionadas separadamente em sacos de papel devidamente identificados e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar, mantidas na temperatura de 65°C até obtenção da massa constante, quando então foi determinada a MSF, MSC e MSR cujo somatório resultou na MST.

## **2.6 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, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se com base nos resultados da análise de variância (Tabela 2), que houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre as variáveis transpiração (E), condutância estomática (gs) e fotossíntese líquida (A) aos 30 DAT. Não foi constatado efeito significativa do fator doses de matéria orgânica (MO), assim como, para interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de matéria orgânica sobre as variáveis estudadas.

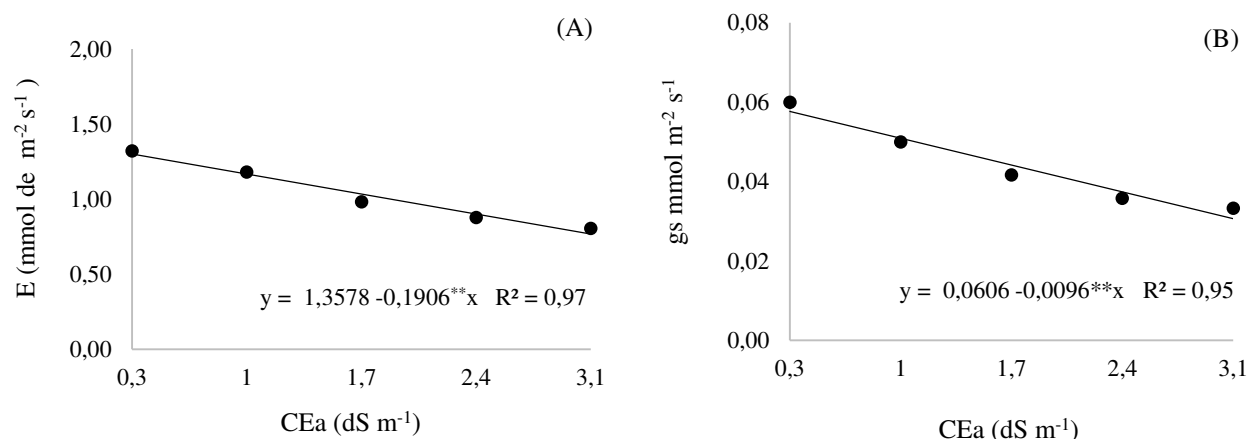
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para transpiração (E), condutância estomática (gs) e fotossíntese líquida (A) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 irrigado com água de diferentes níveis de salinidades e distintas doses de matéria orgânica.

Tratamentos	GL	QM		
		E	gs	A
Níveis salinos (S)	4	0,54**	14 x 10 <sup>-5**</sup>	8,27**
Reg. Linear	1	2,13**	54 x 10 <sup>-5**</sup>	28,90**
Reg. Quadrática	1	0,04ns	26 x 10 <sup>-5ns</sup>	3,75**
Matéria orgânica (MO)	3	0,03ns	68 x 10 <sup>-7ns</sup>	0,29ns
Int. (Sal x MO)	12	0,07ns	17 x 10 <sup>-6ns</sup>	0,71ns
Bloco	2	0,75ns	42 x 10 <sup>-6ns</sup>	1,39ns
CV (%)		23,05	27,02	24,81

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

O incremento da salinidade da água de irrigação afetou a transpiração das plantas, e conforme a equação de regressão (Figura 1A) houve diminuição de 14,03% aos 30 DAT, por aumento unitário de CEa, Comparando-se o valor obtido nas plantas sob CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> com o estimado no maior nível de salinidade (3,1 dS m<sup>-1</sup>), observa-se uma redução de 39,28% (0,53 mmol de m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) na transpiração. Devido a diminuição no potencial hídrico, promovido pela salinidade crescente no substrato a uma redução da abertura estomática proporcionando decréscimo na fotossíntese das plantas o que pode ser atribuído como mecanismo de defesa para reduzir a perda de água para o meio (TAIZ;

ZEIGER, 2013). Conforme Pereira et al. (2012) o excesso de sais na zona radicular afeta o crescimento da planta reduzindo em particular a taxa de transpiração e de crescimento.

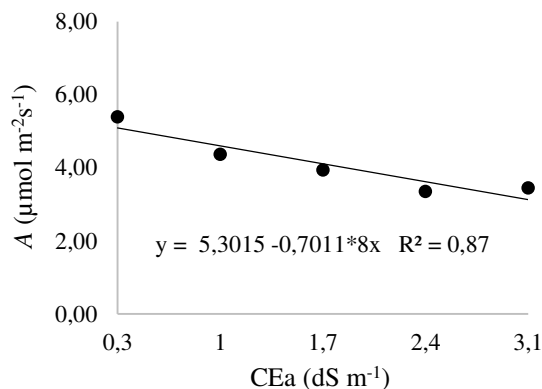


**Figura 2.** Transpiração-(E) (A) e Condutância estomática-(gs) (B) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após aplicação dos tratamentos – DAT.

A condutância estomática também foi afetada pelo acréscimo da CEa e de acordo com a equação de regressão (Figura 2B) vê-se decréscimo da gs para o porta-enxerto de cajueiro CCP 06 de 15,84% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação, ou seja, redução de 0,027 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (44,35%) nas planta submetidas ao nível salino 3,1 dS m<sup>-1</sup> em relação a 0,3 dS m<sup>-1</sup>. A redução da condutância estomática induz a menor transpiração e, por consequência, menor perda de água, resultando em maior tolerância das plantas a estresses abióticos (MEDRANO et al., 2002). Paiva et al. (2005) destacam que a gs por ter função de regular as trocas gasosas, possui grande afinidade com o processo fotossintético, participando diretamente no crescimento e desenvolvimento dos vegetais, ou seja, quando este reduz, ocorre diminuição transpiração fato constatado no presente estudo

A fotossíntese líquida de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 teve decréscimos em função do aumento da salinidade da água de irrigação aos 30 DAT (Figura 3), com redução por aumento unitário da CEa de 13,22%, ou seja, as plantas quando irrigadas com CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> tiveram diminuição na A de 1,96 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> (37,02%) quando comparada com as plantas submetidas a salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Em algumas espécies vegetais, uma das primeiras respostas ao estresse salino é o fechamento dos estômatos, visto que, o aumento da salinidade ocasiona déficit hídrico pelo aumento da pressão osmótica no solo, com isso, ocorre uma redução na transpiração, acarretando diminuição da capacidade fotossintética, pois o suprimento de CO<sub>2</sub> é comprometido, causando

reflexos no crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013), situação constatada no presente estudo (Figura 2 e 3).



**Figura 3.** Fotossíntese líquida de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após aplicação dos tratamentos – DAT.

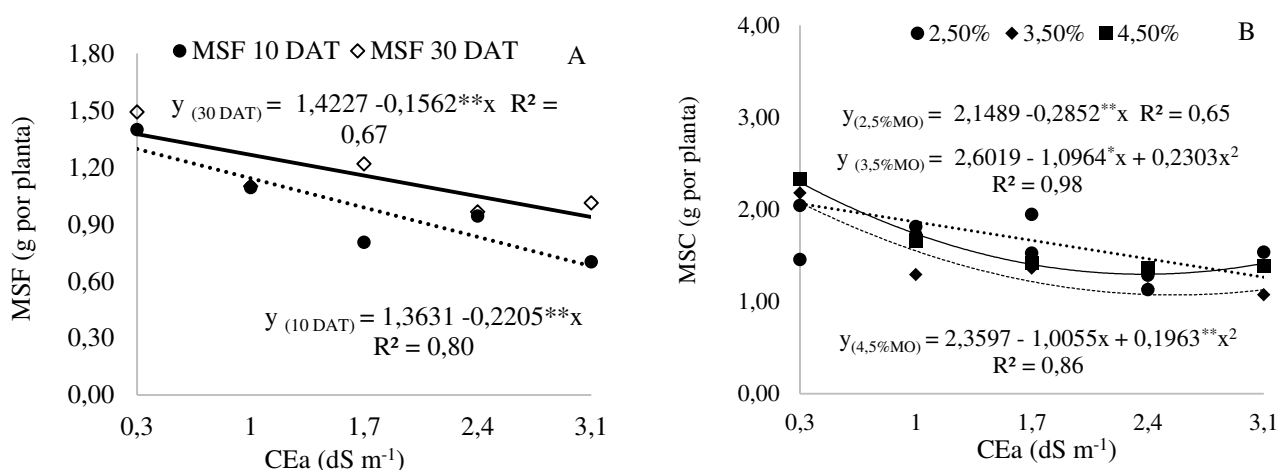
Conforme o resultado da análise variância (Tabela 3) houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre massa seca de folha, raiz e total aos 10 e 30 DAT. Em relação ao fator matéria orgânica, não constata-se efeito significativo sobre nenhuma variável. Observa-se efeito significativo da interação entre as salinidades da água e doses de matéria orgânica, sobre massa seca de caule apenas aos 30 DAT.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para massa seca de folha (MSF), de caule (MSC), de raiz (MSR) e total (MST) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 irrigado com água de diferentes níveis de salinidades e distintas doses de matéria orgânica, aos 10 e 30 dias após aplicação dos tratamentos - DAT.

Tratamentos	GL	QM							
		MSF		MSC		MSR		MST	
		10	30	10	30	10	30	10	30
Níveis salinos (S)	4	0,89**	0,53**	0,17ns	1,06**	0,13**	1,06**	2,93**	5,82**
Reg. linear	1	2,85**	1,43**	0,54ns	3,50**	0,41**	3,50**	8,60**	19,88**
Reg. Quadrática	1	0,26ns	0,22ns	0,04ns	0,44*	0,01ns	0,44*	0,53ns	2,22*
Matéria Orgânica(MO)	3	0,05ns	0,27ns	0,07ns	0,20ns	0,02ns	0,20ns	0,05ns	1,11ns
NS x MO	12	0,04ns	0,07ns	0,07ns	0,18*	0,03ns	0,18ns	0,23ns	0,68ns
Bloco	2	0,74**	0,08ns	0,14ns	0,21ns	0,03ns	0,21ns	0,91ns	0,54ns
CV (%)		8,54	23,79	8,18	20,39	24,55	20,39	22,91	17,72

ns, \*\*, \* respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , , <sup>1</sup>análise estatística realizada após transformação de dados em  $\sqrt{x}$ .

Estudando o efeito da salinidade sob a massa seca de folha de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 aos 10 e 30 DAT (Figura 4A), verifica-se conforme equações de regressão que o aumento da salinidade proporcionou redução linear de 16,17 e 10,97% por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 45,29% e de 30,74% na MSF dos porta-enxerto de cajueiro submetidas ao maior nível salino (3,1 dS m<sup>-1</sup>) em relação às irrigadas com 0,3 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. A redução da fitomassa seca em função do aumento da CEa está intimamente ligada aos efeitos do acúmulo da concentração de sais solúveis, que é um fator limitante ao crescimento da maioria das culturas. A deficiência hídrica induzida pelo efeito osmótico, que caracteriza a seca fisiológica, provoca alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, a ponto de desbalancear a absorção de água e a taxa de transpiração; dentre as mudanças morfológicas, a redução do tamanho das folhas é a mais expressiva reduzindo a produção de biomassa nas plantas cultivadas sobre condição de estresse salino (OLIVEIRA et al., 2013). O excesso de sais solúveis na água de irrigação, com o tempo, aumenta a concentração de sais na solução do solo/substrato promovendo a redução do potencial hídrico do mesmo, induzindo menor capacidade de absorção de água, afetando diretamente o desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2014).



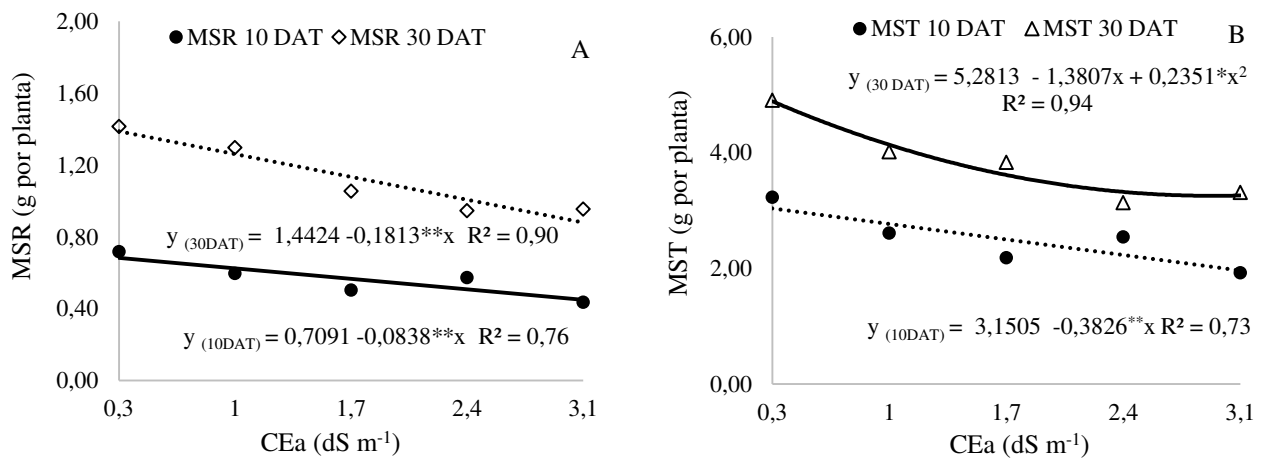
**Figura 4:** Massa seca de folha (A) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 10 e 30 dias após aplicação dos tratamentos – DAT e da interação entre os níveis de CEa e doses de matéria orgânica (B) aos 30 DAT.

Observa-se conforme equação de regressão (Figura 4B) efeito interativo dos fatores (S x MO) sobre a MSC onde o uso da dose de 2,5% de MO causou redução linear sobre a MSC com o aumento da condutividade da água de irrigação, onde as plantas que receberam a maior CEa ( $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ ) sofreram decréscimos de 0,79 g quando comparadas com as plantas que receberam a menor salinidade ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ). A adubação orgânica nas doses de 3,5 e 4,5% de MO promoveram conforme equações de regressão, efeito quadrático sobre a MSC onde, assim como ocorreu para a dose de 2,5% os maiores valores (2,29 e 2,07 g por planta) foram obtidos no nível de CEa de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  nas respectivas doses de MO (Figura 4B) ou seja, doses crescentes de MO não atenuaram o estresse salino, fato ocorrido possível mente pelo reduzido tempo para a produção de porta-enxerto.

A redução da MFC a partir dos níveis salinos descritos anteriormente, pode estar atribuído a redução do potencial osmótico da solução do solo, em razão do excesso de sais presentes, dificultando a absorção de água pelas plantas, fazendo com que ela desprenda maior demanda energética para a absorção de água e nutrientes, reduzindo-se, assim, seu crescimento (NOBRE et al., 2010). De mesmo modo, o efeito dos sais geralmente provoca a ocorrência de toxicidade iônica, além disso as plantas tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em menor taxa fotossintética, e conseqüentemente, redução da produção de fitomassa das espécies sob estresse (CHEN; JIANG, 2010).

O aumento da salinidade da água de irrigação também reduziu significativamente a massa seca raiz aos 10 e 30 DAT (Figura 5A), com declínio de 11,81 e 12,56% por incremento unitário da CEa, correspondente a uma diminuição de 0,23 e 0,50 g por planta na MSR quando comparada as plantas submetidas a salinidade da água de irrigação de  $3,1 \text{ dS m}^{-1}$  com as que estavam sob irrigação com o menor nível salino ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ). Guimarães et al. (2013), relatam que as raízes são altamente suscetíveis ao estresse salino, especialmente, pelo fato da ação deletéria dos sais resultar em considerável decréscimo em sua biomassa seca, visto que, o crescimento radicular é determinado por uma alta atividade metabólica, aliado ao fato de que a raiz é o único órgão diretamente exposto ao excesso de sais no solo, neste caso, a medida em que aumentou-se a CEa, houve incremento no estresse e assim, as atividades metabólicas diminuem e as plantas tendem a produzir menos fitomassa.





**Figura 5:** Massa seca de raiz (A) e Total (B) de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, em função da salinidade da água de irrigação, aos 10 e 30 dias após aplicação dos tratamentos – DAT.

Com relação à MST, verifica-se através da equação de regressão (Figura 5B), que os porta-enxertos de cajueiro CCP 06 quando submetidos ao estresse salino no início do desenvolvimento (10 DAT) apresentaram uma redução nesta variável por aumento unitário da CEa de 12,14%, ou seja, as plantas quando submetidas ao maior nível salino apresentou um diminuição de 34% quando comparadas com as plantas irrigadas com a menor CEa. A redução da massa seca total pode estar associada ao acúmulo de sais no solo, oriundos da água salina usada na irrigação. Pois o excesso de sais reduz o potencial osmótico do solo, inibindo a absorção de água e nutrientes pela planta, e consequentemente a produção de fotoassimilados (FIGUEIRÊDO et al., 2012). De acordo com a Figura 6B, para massa seca total, constata-se melhor ajuste dos dados em regressão quadrática pelo aumento da CEa aos 30 DAT, cujo maior valor de MST, correspondente a 4,88 g por planta foi obtido quando as plantas estavam sob irrigação com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Fato que pode estar relacionado com ajustamento do potencial hídrico da cultura, sob condições de estresse salino (COELHO et al., 2014).

#### 4 CONCLUSÕES

A transpiração, condutância estomática e a fotossíntese líquida dos porta-enxerto de cajueiro CCP 06 diminuem com o acréscimo da salinidade da água de irrigação.

Na produção de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 pode-se usar água de CEa de 1,4 dS m<sup>-1</sup> pois proporciona, redução média aceitável de 15% na produção de fitomassa.

Doses crescentes de MO não reduziram o efeito deletério da irrigação com águas salinizadas sobre o fitomassa e a fisiologia de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 durante o período de execução do trabalho.

A irrigação de água CEa de até 2,49, 0,90 e 1,01 dS m<sup>-1</sup>, na produção de porta-enxerto de cajueiro CCP 06 promove redução aceitável no crescimento (diâmetro, área foliar e TCRap), fisiologia e fitomassa aos 30 DAT de 10% respectivamente.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 7.ed. Viçosa: Editora UFV, p .611, 2006.

BEZERRA, I. L; GHEYI, H. R; FERNANDES, P. D; SANTOS, F. J. DE S; GURGEL, M T; NOBRE, R. G. Germinação, formação de porta enxertos e enxertia de cajueiro anão-precoce sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, Campina Grande, v.6, p.420-424, 2002.

CARNEIRO, P.T.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R. & SOARES, F.A.L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.199-206, 2002.

CELIK, I; ORTAS, I; KILIC, S. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. **Soil & Tillage Research**, v. 78, p.59–67. 2004.

CHEN, H. & JIANG, J. Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. **Environmental Reviews**, v.18, p.309-319, 2010.

COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.SOUZA, M. A. DE. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, p.25-30, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEIREDO, C. C; RAMOS, M. L. G; CONCEPÇÃO, M. M; MENEZES, A. M. DE.FREIRE, L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.;NUNES, J. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.102-110, 2010.

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. N.; VIEIRA, F. E. R.; TORRES, S. B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, p. 137 - 142, 2013.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B. DOS; AZEVEDO, C. A. V. DE; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. DE. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.60-66, 2011.

KIEHL, E. J. **Novo fertilizantes orgânicos**. rev. e atual. p.248, 2010.

LUKAC, M.; PENSA, M.; SCHILLER, G. Tree species' tolerance to water stress, salinity and fire. In: Bredemeier, M.; COHEN, S.; GODBOLD, D. L.; LODE, E.; PICHLER, V.; SCHLEPPI, P. **Forest management and the water cycle: an ecosystem based approach**. c.14, p.247-261, 2012.

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

MEDRANO, H.; ESCALONA, J. M.; BOTA, J.; GULIAS, J.; FLEXAS, J. Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: Stomatal conductance as a reference parameter. **Annals of Botany**, v.89, p.895-905, 2002.

Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.175-179, 2012.

NAZAR, R.; IQBAL, N.; MASOOD, A.; SYEED, S.; KHAN, N.A. Understanding the significance of sulfur in improving salinity tolerance in plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.70, p.80-87, 2011.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. de; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação Orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 747-754, 2010.

OLIVEIRA, F.T. HAFLE, O.M. MENDONÇA, V.MOREIRA, J.N. PEREIRA JÚNIOR, E.B. Fontes orgânicas e volume de recipiente no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, p. 97-103,2013.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetidos a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.161-169, 2005.

PEREIRA, A. M.; QUEIROGA, R. C. F.; SILVA, G. D.; NASCIMENTO, M. G. R.; ANDRADE, S. E. O. Germinação e crescimento inicial de meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, p.205-211, 2012.

QUEIROZ, J.E.; GONÇALVES, A.C.A.; SOUTO, J.S.; FOLEGATTI, M.V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: Gheyi, R.H.; Dias, N.S.; Lacerda, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**, p.472,2010.

SILVA, J. E. S. B.; BARBOSA, L. G.; SILVA, F. Z. SILVA, T. B.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R.C.; ARAGÃO, C. A.; ARAÚJO, G.G.L.; DANTAS, B. F. Produção de mudas de moranga e abóbora irrigadas com água bioessalina. **Scientia Plena**, v.10, p.100-201,2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p. 2013. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA (UFC). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: Imprensa Universitaria, p. 247, 1993.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil, The Hague**, v. 255, p. 571- 586, 2003.