



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**TESE DE DOUTORADO**

**TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO DE CLONES DE CAJUEIRO NA  
FASE DE MUDAS**

**LEANDRO DE PÁDUA SOUZA**

Campina Grande, PB  
2019

LEANDRO DE PÁDUA SOUZA

Engenheiro Agrônomo

**TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO DE CLONES DE CAJUEIRO NA  
FASE DE MUDAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

**Orientadores:**

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi

Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre

Campina Grande, PB  
2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



LEANDRO DE PÁDUA SOUZA

**TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO DE CLONES DE CAJUEIRO NA  
FASE DE MUDAS**

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi – UAEEA/CTRN/UFCCG – Orientador

---

Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre – UFERSA/Campus Caraúbas - RN–  
Orientador

---

Prof. Dr. Geovani Soares de Lima – UAGRA/CCTA/UFCCG – Examinador

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares – UAGRA/CCTA/UFCCG  
Examinador

---

Prof. Dr. João Batista dos Santos- PNPd/CSTR/UFCCG- Examinador

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Vera Lucia Antunes de Lima - UAEEA/CTRN/UFCCG – Examinador

**Campina Grande – PB  
2019**

*Aos meus pais, Luiz Ferreira de Souza (in memoriam) e Nildete de Pádua Souza;*

*Aos meus irmãos e minha namorada “Lindnalva Rodrigues” pelo apoio e carinho.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

---

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela saúde, força, proteção, oportunidades, e por ter me guiado em todas as minhas decisões.

Aos meus orientadores Reginaldo Gomes Nobre e Hans R. Gheyi pelas suas orientações, conselhos, paciência e pelo tempo dedicado a este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela oportunidade de realização do curso.

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 meus amigos da equipe salinidade Wesley, Adaan, Luana Lucas, Thiago, Jorge, Joicy, Cris, Reynaldo, Mizael, Elcimar, Sara, Valeska, Genilson, André e Romulo pela dedicação e esforço no desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus pais, irmãos, amigos e cunhados por todo apoio, compreensão e incentivo durante a caminhada.

Aos membros avaliadores por se disporem à avaliação do trabalho e pelas sugestões para melhoria.

Aos amigos da turma de sala por lutarem juntos comigo, para superar as adversidades encontradas e por sempre terem uma palavra de carinho e confiança durante todo o percurso.

A minha namorada Lindnalva Rodrigues de Melo por toda a paciência, carinho, amizade, amor e compreensão durante estes anos.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para realização desta conquista.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS .....	18
2.1 Objetivo geral .....	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1 Aspectos gerais, botânicos e morfológicos do cajueiro.....	19
3.2 Disponibilidade hídrica na região Nordeste.....	20
3.3 Uso de água salina na agricultura .....	21
3.4 Tolerância das culturas a salinidade .....	23
3.5 Salinidade e seus efeitos sobre o cajueiro .....	25
3.6 Interação salinidade e diferentes clones de cajueiro .....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
5. MATERIAL E MÉTODOS GERAL.....	36
5.1 MATERIAL E MÉTODOS .....	37
5.1.1 Local do experimento .....	37
5.1.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	37
5.1.3 Condução do experimento.....	38
5.1.4 Tratos culturais .....	39
5.1.5 Variáveis analisadas .....	39
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	43
6.1 CAPÍTULO I.....	44
6.1.1 Introdução.....	47
6.1.2 Material e métodos .....	48
6.1.3 Resultados e discussão .....	51
6.1.4 Conclusão.....	59
Referências Bibliográficas .....	59
6.2 CAPÍTULO II.....	63
6.2.1 Introdução.....	66

6.2.2 Material e métodos .....	67
6.2.3 Resultados e discussão .....	70
6.2.4 Conclusão.....	79
Referências Bibliográficas .....	80
6.3 CAPÍTULO III.....	84
6.3.1 Introdução.....	87
6.3.2 Material e métodos .....	88
6.3.3 Resultados e discussão .....	92
6.3.4 Conclusão.....	101
Referências Bibliográficas .....	101
6.4 CAPÍTULO IV .....	106
6.4.1 Introdução.....	109
6.4.2 Material e métodos .....	110
6.4.3 Resultados e discussão .....	114
6.4.4 Conclusão.....	121
Referências Bibliográficas .....	121
6.5 CAPITULO V.....	125
6.5.1 Considerações finais e recomendações.....	126

## LISTA DE TABELAS

		Pág.
<b>Capítulo I.</b>		
<b>Tabela 1.</b>	Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.....	49
<b>Tabela 2.</b>	Resumo da análise de variância para condutância estomática ( <i>gs</i> ), concentração de CO <sub>2</sub> ( <i>Ci</i> ), taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> ( <i>A</i> ), taxa de transpiração da folha ( <i>E</i> ) e eficiência instantânea da carboxilação ( <i>EiCi</i> ) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas de distintas salinidades, aos 65 dias após o semeio (DAS).	51
<b>Tabela 3.</b>	Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas (NF) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas salinas, aos 50 e 65 dias após o semeio (DAS).....	56
<b>Capítulo II.</b>		
<b>Tabela 1.</b>	Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.....	68
<b>Tabela 2.</b>	Resumo da análise de variância para alocação de fitomassa seca de folha (AFSF), caule (AFSC) e raiz (AFSR) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas de salinidade crescente, aos 65 dias após o semeio (DAS).....	71
<b>Tabela 3.</b>	Resumo da análise de variância para taxa de assimilação líquida (TAL), aérea foliar específica (AFE), razão de aérea foliar (RAF), fitomassa seca de raiz (FSR) e seca total (FST) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas de salinidade crescentes, aos 65 dias após o semeio (DAS).....	75
<b>Capítulo III.</b>		
<b>Tabela 1.</b>	Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.....	89
<b>Tabela 2.</b>	Resumo da análise de variância para fitomassa seca de folhas (FSF), de caule (FSC), parte aérea (FSPA) e relação fitomassa seca de raiz/fitomassa seca parte aérea (FSR/FSPA) de diferentes clones de cajueiro irrigados com água de distintos níveis de salinidade, aos 65 dias após o semeio.....	92

<b>Tabela 3.</b>	Resumo da análise de variância para o índice de tolerância à salinidade (IT), suculência foliar (SUC), teor de água na parte aérea (TAP) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas de distintas salinidades aos 65 dias após o semeio (DAS).....	97
 <b>Capítulo IV</b>		
<b>Tabela 1</b>	Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.....	112
<b>Tabela 2.</b>	Resumo da análise de variância para relação altura de planta/diâmetro do caule (AP/DC) aos 65 dias após o semeio (DAS), taxa de crescimento relativo da altura (TCR <sub>ap</sub> ), do diâmetro do caule (TCR <sub>dc</sub> ) e área foliar (TCR <sub>af</sub> ) de diferentes clones de cajueiro, no período de 35 à 65 DAS sob distintos níveis de salinidade da água de irrigação.....	114
<b>Tabela 3.</b>	Resumo da análise de variância para índice de esclerofilia (IEF), Índice produção de fitomassa seca da parte aérea (IPFPA) e razão de massa de folha (RMF) de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após o semeio sob distintos níveis de salinidade da água de irrigação.....	118

## LISTA DE FIGURAS

<b>Capítulo I.</b>		<b>Pág</b>
<b>Figura 1.</b>	Condutância estomática – $g_s$ (A) e concentração de $CO_2$ nos espaços intercelulares- $C_i$ (C) em função dos distintos níveis de CEa e, $g_s$ (B) e $C_i$ (D) de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.....	53
<b>Figura 2.</b>	Taxa de assimilação de $CO_2$ – $A$ (A) e transpiração – $E$ (B) em função da interação entre distintos níveis de CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.....	54
<b>Figura 3.</b>	Eficiência instantânea da carboxilação - $EiCi$ em função da interação entre distintos níveis de CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.....	55
<b>Figura 4.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ) para mesma idade. Diâmetro do caule em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e diferentes clones de cajueiro (B) aos 50 e 65 dias após semeio – DAS.....	57
<b>Figura 5.</b>	Altura de planta em função da interação entre distintos níveis de CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 50 (A) e 65 (B) dias após semeio – DAS.....	58
<b>Figura 6.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ) para mesma idade. Número de folhas de diferentes clones de cajueiro aos 50 e 65 dias após semeio – DAS.....	59
 <b>Capítulo II.</b>		
<b>Figura 1.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Alocação de fitomassa seca de folha - AFSF em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.....	72
<b>Figura 2.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). Alocação de fitomassa seca do caule - AFSC em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de	

	diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.....	73
<b>Figura 3.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Alocação de fitomassa seca de raiz - AFSR em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.....	74
<b>Figura 4.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Taxa de assimilação líquida – TAL em função dos distintos níveis de salinidade de - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.	75
<b>Figura 5.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Área foliar específica AFE em função de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.....	76
<b>Figura 6.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). Razão de aérea foliar – RAF em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.	77
<b>Figura 7.</b>	Fitomassa seca de raiz - FSR (A) em função da interação entre distintos níveis de salinidade de água de CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.....	78
<b>Figura 8.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). Fitomassa seca de Total - FST em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.	79
<b>Capítulo III.</b>		
<b>Figura 1.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Fitomassa seca de folha - FSF em função dos distintos níveis de salinidade de água de irrigação - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.....	93

<b>Figura 2.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Fitomassa seca de caule - FSC em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.....	94
<b>Figura 3.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Fitomassa seca da parte aérea - FSPA em função dos distintos níveis de salinidade de água de irrigação - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.....	95
<b>Figura 4.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Relação fitomassa seca de raiz/parte aérea (FSR/FSPA) em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.....	96
<b>Figura 5.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Índice de tolerância - IT (A) e suculência foliar SUC (C) em função dos distintos níveis de salinidade de água de irrigação - CEa e índice de tolerância IT - (B) e suculência foliar SUC (D) de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio.....	98
<b>Figura 6.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Teor de água na parte aérea - TAP em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.....	99
<b>Figura 7.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Índice de qualidade de Dickson IQD em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.....	100

## Capítulo IV.

<b>Figura 1.</b>	Relação altura de planta/diâmetro do caule – AP/DC em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.....	115
<b>Figura 2.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre as cultivares pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). Taxa de crescimento relativo de altura de planta – $TCR_{ap}$ (A) em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e taxa de crescimento relativo de altura de planta – $TCR_{ap}$ (B) e diâmetro do caule – $TCR_{dc}$ (C) de diferentes clones de cajueiro, no período de 35 à 65 dias após semeio – DAS.....	116
<b>Figura 3.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). Taxa de crescimento relativo de área foliar - $TCR_{af}$ em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), no período de 35 a 65 dias após semeio – DAS.....	117
<b>Figura 4.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). Índice de esclerofilia – IEF de diferentes clones de cajueiro aos 65 dias após semeio – DAS.....	119
<b>Figura 5.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). Índice produção de fitomassa seca da parte aérea IPFPA em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e diferentes clones de cajueiro (B) aos 65 dias após semeio – DAS.....	120
<b>Figura 6.</b>	Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). Razão de massa da folha - RMF em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A) e diferentes clones de cajueiro (B) aos 65 dias após semeio – DAS.....	121

SOUZA, L. de P. S. **Tolerância ao estresse salino de clones de cajueiro na fase de mudas.** 2019. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

## RESUMO

O uso de água de qualidade inferior na agricultura surge como alternativa para exploração agrícola, entretanto, a salinidade da água utilizada na irrigação poderá afetar os cultivos, sendo necessário desenvolver estratégias que proporcionem a tolerância das plantas ao estresse salino. Assim, avaliar a tolerância de clones de cajueiro anão precoce ao estresse salino na fase de formação de porta-enxerto. A pesquisa foi desenvolvida sob condição de ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), Pombal - PB. Utilizado delineamento de blocos ao acaso, distribuído em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos consistiram em cinco diferentes níveis de condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro clones de cajueiro (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo), com três repetições e duas plantas por parcela, sendo as plantas produzidas em sacolas com capacidade de 1250 mL. O aumento da salinidade da água irrigação afetou negativamente a produção dos porta-enxertos de cajueiro. Dentre os porta-enxertos de cajueiro avaliados, o Crioulo apresentou os melhores resultados no crescimento, fotossíntese total líquida, acúmulo de fitomassa seca. Por apresentarem diâmetro entre 4 e 5 mm, todos os clones de cajueiro estão aptos para a enxertia aos 65 dias após o semeio. A alocação de fitomassa seca de folha e a razão de área foliar foram aumentadas pelo acréscimo de sais na água de irrigação. O Índice de produção de fitomassa seca da parte aérea e razão de massa da folha aumenta pelo acréscimo da condutividade elétrica da água de irrigação. Os clones Embrapa 51 e Faga 11 apresentam os melhores resultados para as variáveis estudadas (índice de produção de fitomassa seca da parte aérea, índice de esclerofilia foliar, taxa de crescimento relativo de área foliar e diâmetro do caule) aos 65 dias após semeio.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale* L., escassez hídrica, estresse salino.

SOUZA, L. de P. S. **Saline stress tolerance of cashew tree clones in seedling phase.** 2019. 122 f. Tese (PhD in Agricultural Engineering). Federal University of Campina Grande, Center for Technology and Natural Resources. Campina Grande, PB.

### **ABSTRACT**

The use of inferior quality water in agriculture appears as an alternative for agricultural exploration, however, the salinity of the water used in the irrigation could affect the crops, and it is necessary to develop strategies that provide the tolerance of the plants to the saline stress. Thus, to evaluate the tolerance of precocious dwarf cashew clones to saline stress in the rootstock formation phase. The research was developed under the condition of a protected environment (greenhouse) of the Center of Science and Technology Agrifood of the Federal University of Campina Grande (CCTA / UFCG), Pombal - PB. The treatments consisted of five different levels of electrical conductivity of the irrigation water -  $E_{cw}$  (0.3, 1.0, 1.7, 2.4 and 3, 1  $dS\ m^{-1}$ ), associated with four cashew clones (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 and Crioulo), with three replicates and two plants per plot, the plants being produced in bags with a capacity of 1250 mL. Increased salinity of irrigation water negatively affected the production of cashew rootstocks. Among the cashew rootstocks evaluated, Crioulo presented the best results in growth, total net photosynthesis, dry matter accumulation. Because they have a diameter between 4 and 5 mm, all cashew clones are capable of grafting at 65 days after sowing. Dry leaf phytomass allocation and leaf air ratio were increased by salt addition in irrigation water. The Crioulo cashew rootstock is larger at 65 days after sowing. The shoot dry matter production index and leaf mass ratio increase by increasing the electrical conductivity of the irrigation water. The clones Embrapa 51 and Faga 11 presented the best results for the studied variables (shoot dry matter production index, leaf sclerophilia index, relative leaf area growth rate and stem diameter) at 65 days after sowing.

**Key words:** *Anacardium occidentale* L., water scarcity, saline stress.

## 1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma frutífera tropical nativa do Brasil amplamente cultivada, devido a sua adaptação as condições edafoclimáticas, principalmente no Nordeste brasileiro, segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal - PAM (IBGE, 2018), a área ocupada com cajueiro no Brasil em 2017 foi calculada em 505,5 mil ha; desse total, 99,5% está localizado no Nordeste. Os principais produtores dessa região são o Ceará (61,9%), Rio Grande do Norte (15,4%) Piauí 15,2 e a Paraíba (0,7%) (SUASSUNA et al., 2016)

Entretanto a região Nordeste apresenta condições climáticas caracterizadas por alta taxa de evaporação e ocorrência de precipitações irregulares causando déficit hídrico na maior parte do ano de forma a limitar o crescimento e a produção das culturas sob condições naturais (MEDEIROS et al., 2012). No entanto nessa região a pressão econômica pela produção de alimentos, devido ao crescimento da população, tem contribuído para a utilização de águas de baixa qualidade para irrigação, levando ao aumento da área de solos degradados por salinidade e sodicidade, que como consequência tem a ocorrência dos estresses osmóticos, tóxicos e de natureza nutricional sobre as culturas, afetando o desenvolvimento e a produção (ABRANTES et al., 2017; RIBEIRO et al., 2016).

Desta forma, a salinização dos solos consiste em um dos principais limitadores para o desenvolvimento da agricultura nessa região, sendo necessário o avanço de pesquisas que possibilitem o uso de água de baixa qualidade, mas que não prejudique o crescimento e a produtividade das culturas (NASCIMENTO et al., 2015). Mesmo apresentando uma adaptação às condições edafoclimáticas da região Nordeste, o cajueiro apresenta tolerância moderada à salinidade em sua fase adulta (SUASSUNA et al., 2016; AMORIM et al., 2010). Sendo afetado, porém, severamente nas fases iniciais do seu desenvolvimento, principalmente na fase de germinação (VOIGT et al., 2009), crescimento inicial, mudas (FERREIRA-SILVA et al., 2008) e enxertia (CARNEIRO et al., 2012).

As culturas respondem diferentemente à salinidade, algumas com rendimentos aceitáveis em condições de elevada condutividade elétrica do solo

ou da água de irrigação, enquanto outras são sensíveis em níveis relativamente baixos (TORRES et al., 2014). Entretanto, os efeitos deletérios às plantas dependem de muitos outros fatores como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural, da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER; DAVENPORT, 2003).

O cultivo do cajueiro baseia-se na, sua maioria, com a propagação via sementes, resultando em grande variabilidade genética dos cultivos, tornando-se um fator limitante da expressão do potencial produtivo do cajueiro.

Como alternativa para melhorar as características produtivas, na década de 1980, surgiram os primeiros materiais com genótipos superiores chamados de cajueiro anão, permitindo, assim, reproduzir qualidades de interesse agrônomo da planta matriz, proporcionando uma produção homogênea e superior ao cajueiro comum, em larga escala (FERREIRA et al., 2016).

Todavia, para expressar tais características, deve-se optar por porta-enxertos de cajueiro que apresentem alta rusticidade às condições ambientais (clima e solo), sendo um fator determinante no sucesso da prática de enxertia (SUASSUNA et al., 2016).

Diante disso, faz-se necessário a adoção de estratégias como manejo de solo e água e uso de material genético adaptado a estas condições, de modo a reduzir os efeitos negativos dos sais sobre as plantas (SÁ et al., 2015). Cavalcanti Júnior (2013) relata sobre a importância de se utilizar porta-enxertos potenciais e adaptados aos solos e clima da região semiárida para a produção de mudas comerciais, visando uma maior uniformidade entre plantas, em relação ao porte, produção e principalmente a qualidade da produção.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

- Avaliar a tolerância de clones de cajueiro anão-precoce ao estresse salino aos 65 dias após o semeio, fase de formação de porta-enxerto.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar o efeito da interação salinidade da água de irrigação x diferentes clones de cajueiro sobre as variáveis biométricas e fisiológicas;
- Definir o nível de salinidade limiar da água de irrigação tolerado pelos clones de cajueiro na fase de porta-enxerto;
- Identificar o (s) clone (s) mais tolerante a salinidade da água de irrigação;
- Analisar as alterações fisiológicas e na qualidade do porta-enxerto do cajueiro anão precoce em função do uso de distintas salinidades da água.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Aspectos gerais, botânicos e morfológicos do cajueiro

Classificada botanicamente como cajueiro, denominado *A. occidentale* este pertence ao: Reino: Plantae; Divisão: Magnoliophyta; Classe: Magnoliopsida; Ordem: Sapindales; Família: Anacardiaceae; Gênero: *Anacardium*; Espécie: *Anacardium occidentale* L. (OLIVEIRA, 2010). Na natureza, existem basicamente dois tipos de cajueiro, o cajueiro comum (*A. occidentale* L.) e o cajueiro anão-precoce (*A. occidentale* var. *Nanum*).

A cajucultura é uma das principais opções para o desenvolvimento econômico e social da região Nordeste, sobretudo para o semiárido por gerar postos de trabalho e renda na época mais seca do ano (MAIA SILVA et al., 2012).

O cajueiro é uma planta perene, e tem sido agrupado em dois tipos distintos: o comum e o anão-precoce. O tipo comum é o mais encontrado naturalmente e caracteriza-se pelo porte mais elevado, sua capacidade produtiva é bastante variada, apresenta também uma grande variabilidade em cor formato e sabor do pedúnculo. O tipo anão precoce, também chamado cajueiro de seis meses, caracteriza-se pelo porte baixo, copa homogênea, diâmetro de caule e envergadura de copa inferior ao tipo comum, porém com capacidade produtiva superior ao cajueiro comum (CAVALCANTI; BARROS, 2009).

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. As folhas possuem alto teor de tanino, por isso são utilizadas para curtume. Sua infusão também tem utilidade na medicina caseira com ação terapêutica e antiescorbútica. 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).

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). 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 pseudofruto tem um crescimento lento, em relação ao fruto, atingindo o tamanho máximo somente perto da completa maturação, devido à grande variação da relação peso do fruto/peso do falso fruto onde o fruto representa de 8 a 12% do peso total (BARROS, 2013). A castanha, o fruto verdadeiro do caju é constituído de três partes: a casca, a película e a amêndoa. Esta última é a parte importante em termos comerciais, pois dela aproveitam-se preciosamente a amêndoa e o líquido da casca da castanha, (PARREIRAS, 2007).

### **3.2 Disponibilidade hídrica na região Nordeste**

O Brasil se encontra entre os principais países com potencial de expansão de áreas irrigadas no mundo, isto ocorre por que o país apresenta aproximadamente 12,5% de toda a água doce disponível no planeta, além de disponibilidade de terras cultiváveis e clima favorável ao desenvolvimento das culturas. Todavia, a utilização dessa água e solos por meio da irrigação apresentaram seus maiores crescimentos a partir de 1960, passando de uma área de aproximadamente 462 mil hectares para mais de 6,95 milhões de hectares em 2015 (ANA, 2017).

Na região do Nordeste Brasileiro, essa tecnologia se torna indispensável para a obtenção de produtividades satisfatórias, pois nessa área ocorre um complexo quadro de escassez de água, onde o balanço hídrico é negativo devido a evaporação ser superior a precipitação. Desta forma, a irrigação é a única maneira de se garantir a produção agrícola com segurança (SILVA et al., 2017). Para tanto, são utilizadas águas de origens distintas, sendo as mais comuns: as superficiais, que normalmente apresentam melhor qualidade, no entanto, mais

sujeitas à elevada evaporação e perda de qualidade; e as subterrâneas, formadoras dos lençóis freáticos, que apresentam qualidade dependente da recarga pluviométrica (ANDRADE et al., 2012).

Desta forma, a qualidade da água para a irrigação, consiste em um fator determinante para o sucesso da prática de irrigação, pois poderá interferir diretamente na produção e na qualidade dos produtos agrícolas. Ao referir-se a qualidade de água, certamente se remete à salinidade em sentido amplo (ALMEIDA, 2010), devido a este parâmetro estar relacionado com a salinização e sodificação dos solos, promovendo queda no rendimento das culturas e perda das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, formando áreas degradadas, impossibilitadas para o cultivo (RIBEIRO, 2010; CARMO et al., 2011).

Já para Almeida (2010), as determinações de qualidade de água não devem levar em consideração somente os íons cloreto e condutividade elétrica, mas sim, um conjunto de parâmetros que possam auxiliar no conhecimento das relações água – solo, através das determinações do potencial hidrogeniônico (pH), total de sais dissolvidos (TSD), íons: sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), além da análise do íon boro ( $\text{B}^+$ ), devido a sua toxicidade inerente em grandes concentrações.

Tais informações são de extrema importância para o uso de água de baixa qualidade nas regiões áridas e semiáridas, que em decorrência das propriedades químicas dos solos e da evaporação excessiva, poderá proporcionar o acúmulo de sais nas camadas superficiais do solo, prejudicando assim o desenvolvimento das culturas.

### **3.3 Uso de água salina na agricultura**

A necessidade de produção de alimento tem levado a utilização de águas salinas na irrigação das culturas, principalmente em regiões semiáridas onde a distribuição das chuvas se concentra em curtos períodos do ano, levando a ocorrência de escassez hídrica nos períodos subsequentes, situação essa que é característica do semiárido brasileiro (FEITOSA et al., 2015). Como constatado por Holanda et al. (2010) que estudando a qualidade da água de

irrigação na região semiárida, observaram que 73,8% das águas são de salinidade média a baixa, sendo que dessas, 60% apresentam perigo de toxidez de sódio ou cloreto.

Desta forma, a utilização de água salina sem um manejo adequado poderá, nessa região, ocasionar danos nas relações eletroquímicas existentes entre os cátions e as argilas, proporcionando a dispersão das argilas pelo sódio, levando a compactação e entupimento de poros do solo, e assim evitando o processo de drenagem (DIAS et al., 2003).

O total de 85% das áreas do Nordeste do país se encontram sobre rochas cristalinas impermeáveis, onde a água subterrânea com elevado teor de sais se localiza nas fraturas das rochas, no entanto, a qualidade da mesma pode variar significativamente segundo o tipo e a quantidade de sais dissolvidos, incluindo a dissolução lenta do calcário, do gesso e de outros minerais, sendo transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam a medida que a água evapora ou é consumida pelas culturas. Outrossim, o fato de a taxa de precipitação anual da região ser menor que a evapotranspiração, acaba causando um acentuado aumento no acúmulo de sais nas fontes de água da região, em geral, tendo a predominância, principalmente de NaCl, CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>, na proporção de 7:2:1. (MEDEIROS, 1992; AYERS; WESTCOT, 1999; FIGUEIREDO et al.,2009).

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

Em consequência da grande utilização de água na irrigação, cerca de 73% do consumo mundial de água, 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 (SILVA et al., 2014; AYERS; WESTCOT, 1999).

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).

### **3.4 Tolerância das culturas a salinidade**

Os efeitos mais marcantes da salinidade sobre as plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade iônica e no desequilíbrio nutricional, provocando a redução do seu crescimento e conseqüentemente, sérios prejuízos à atividade agrícola (SOUSA et al., 2008), esse estresse ocasionado pelo manejo inadequado da água salina, podendo aumentar os teores de sódio no solo, e gradualmente a porcentagem de sódio trocável, a razão de adsorção de sódio e a condutividade elétrica do solo (HOLANDA FILHO et al., 2011).

Algumas espécies vegetais apresentam mecanismos que lhes permitem sobreviver em ambientes altamente salinos (SCHOSSLER et al., 2012). Sendo esse o resultado dos processos adaptativos relacionados à absorção, transporte e distribuição de íons de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em diferentes órgãos da planta (FARIAS et al., 2009). Para Willadino e Camara (2010), as respostas ao estresse salino variam amplamente dependendo do genótipo da planta, pois enquanto algumas espécies apresentam elevada tolerância à salinidade, outras são altamente susceptíveis. Diante disto, as plantas são classificadas em dois tipos: as Halófitas, que são plantas tolerantes e que se desenvolvem em solos salinos, conseguindo completar seu ciclo; e as Glícofitas, que não são capazes de se desenvolver em ambientes com elevadas concentrações salinas, correspondendo a grande maioria das plantas (OLIVEIRA, 2017).

Em espécies sensíveis ao estresse salino, o efeito da salinidade manifesta-se por severas reduções do crescimento e distúrbio na permeabilidade da membrana, atividade de trocas gasosas, condutância estomática, fotossíntese e homeostase iônica (NAVARRO et al., 2003; CABANERO et al., 2004).

Esses efeitos deletérios do excesso de sais presentes no solo e na água de irrigação, podem reduzir significativamente os rendimentos das culturas, e sua magnitude depende do tempo de exposição, da concentração de íons, do uso da água pelas culturas e da tolerância das plantas; sendo a capacidade de sobrevivência das plantas sensíveis ao estresse salino, regida por mecanismos que conferem resistência à salinidade, outrossim, esses mecanismos são aspectos fundamentais para o crescimento de culturas, e envolvem alta atividade metabólica sob estresse moderado, e baixa, sob estresse severo que permitem a planta suportar o estresse (WILLIDIANO; CAMARA, 2010).

Munns (2005) aponta que os mecanismos de tolerância das plantas em resposta aos efeitos específicos dos sais são de dois tipos: os que minimizam a entrada de sal na planta; e aqueles que minimizam a concentração de sal no citoplasma, sendo que a maioria das plantas impede a entrada do sal presente na solução do solo (98%), permitindo que apenas 2% sejam transportados no xilema para os brotos. Já Botella et al. (2005) exaltam que as plantas glicófitas podem apresentar certa tolerância ao estresse salino através de estratégias similares às existentes nas halófitas, proporcionando, assim, um desenvolvimento satisfatório em condições de salinidade.

Ademais, existem algumas espécies que apresentam capacidade de acumular íons no vacúolo e solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma para reduzir seu potencial hídrico a um patamar inferior ao do solo, o que lhes permite um ajustamento osmótico a esse tipo de condição. Um dos mecanismos de tolerância à salinidade é o ajustamento osmótico que consiste na capacidade das plantas em acumular íons no vacúolo e/ou, solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, conhecidos como osmólitos compatíveis ou osmoprotetores, que pode permitir a manutenção da absorção de água e da turgescência celular (HOPKINS, 1999).

Os solutos compatíveis constituem um pequeno grupo de substâncias de natureza química distinta, destacando-se: aminoácidos (prolina), compostos amônio-quaternários (glicina betaína,  $\beta$ -alanina betaína, prolina betaína, colina-O-sulfato), compostos sulfonium-terciário (dimetilsulfoniopropionato), polióis (ou álcoois poliídricos, como pinitol e manitol), açúcares solúveis (frutose, sacarose, trealose, rafinose) ou poliméricos (frutanas), além de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina). Também devem ser incluídas algumas enzimas como

superóxido dismutase, peroxidase, catalase, polifenol oxidase, entre outras, que eliminam os radicais livres e proteínas que protegem a formação ou a estabilidade de outras proteínas (WILLIDINO; CÂMARA, 2010).

A solução de grande parte dos problemas decorrentes da salinidade na produção agrícola depende da compreensão/identificação do nível de tolerância e dos aspectos fisiológicos e bioquímicos das plantas cultivadas sob essas condições (PRISCO; GOMES-FILHO, 2016). Ademais, estes conhecimentos são úteis no melhoramento e seleção de plantas tolerantes e na adoção de práticas de manejo que possam amenizar os efeitos deletérios dos sais nas plantas cultivadas (DIAS et al., 2003).

A resposta das plantas à salinidade é dependente da espécie, do genótipo, do estágio fenológico de um mesmo genótipo e do período de exposição às condições salinas. As diferenças entre espécies estão associadas ao desenvolvimento de mecanismos fisiológicos e bioquímicos, como o ajustamento osmótico, alterações nas vias fotossintéticas, síntese de osmólitos compatíveis e ativação de sistemas antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, que aumentam a capacidade de sobrevivência das plantas em ambientes com concentrações elevadas de sais (FREITAS et al., 2014).

### **3.5 Salinidade e seus efeitos sobre o cajueiro**

O estudo envolvendo diferentes tipos de cajueiro anão precoce é representado por diversos clones já bem caracterizados para utilização como enxertos e porta-enxertos em plantios comerciais, em diversas áreas da região (PONTE et al., 2011). A identificação de enxertos e porta-enxertos do tipo gigante é ainda bastante reduzida, principalmente no que se refere à disponibilidade desses materiais para o cultivo em áreas salinizadas (PAIVA et al., 2008).

Os diferentes genótipos de cajueiro anão precoce atualmente disponíveis para o plantio comercial apresentam baixa variabilidade genética quanto a diferentes caracteres de importância agrônômica (PAIVA et al., 2005). No entanto, estudos recentes têm demonstrado a ocorrência de variabilidade genética nesse tipo de cajueiro, em relação à tolerância à salinidade (FERREIRA-SILVA et al., 2010). Essa diversidade está associada à capacidade

de exclusão de íons salinos ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) e às mudanças favoráveis na concentração de solutos orgânicos compatíveis, tanto em plântulas quanto em mudas enxertadas (PONTE et al., 2011).

Nos últimos anos, pesquisas foram realizadas com a finalidade de entender os efeitos do estresse salino no crescimento e no metabolismo de cajueiro anão precoce. Como a de Abreu et al. (2008) que ao avaliarem as alterações fisiológicas e bioquímicas em mudas de cajueiro anão CCP 06 irrigadas com águas salinizadas observaram mudanças nos padrões de proteínas em todos os órgãos da planta. Enquanto que Alvarez-Pizarro et al. (2009) estudando o efeito do estresse salino em dois genótipos, um tolerante (BRS189) e outro sensível (CCP06) a salinidade, notaram que as plantas se adaptaram ao estresse salino pela manutenção da integridade e proteção contra danos oxidativos da membrana plasmática.

Marques et al. (2013) estudando as alterações induzidas pelo NaCl nos cotilédones e no eixo embrionário nas mudas de cajueiro anão, atribuíram a inibição da mobilização de reservas pela salinidade ao acúmulo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nos cotilédones, que reduziu o escoamento do eixo embrionário, prejudicando assim o desenvolvimento das plântulas de cajueiro.

### **3.6- Interação salinidade e diferentes clones de cajueiro**

Dentre os materiais genéticos de cajueiro utilizados para a produção de porta-enxertos, o Crioulo tem se destacado pela sua rusticidade, principalmente pela elevada variabilidade genética desse material, o que tem contribuído para uma elevada adaptação a diversas condições ambientais, dentre estas, a salinidade. Como observado por Araújo et al. (2018), que avaliando a produção de porta-enxertos de cajueiro comum irrigados com água de condutividade elétrica de 0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3  $\text{dS m}^{-1}$  observaram reduções de 10% na fitomassa total até a condutividade de 2,62  $\text{dS m}^{-1}$ .

Enquanto Sousa et al. (2011), avaliando a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de cajueiro comum em ambiente protegido e irrigadas com diferentes soluções salinas (0, 3, 6, 9 e 12  $\text{dS m}^{-1}$ ), constataram que o incremento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente todas as variáveis de germinação e de crescimento inicial das plântulas de cajueiro comum, sendo a

porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência as variáveis mais afetadas, com reduções de 58 e 72% no nível salino de 12 dS m<sup>-1</sup> em relação ao controle (0 dS m<sup>-1</sup>).

No entanto, a elevada variabilidade de respostas do material Crioulo a salinidade tem contribuído para o desenvolvimento de pesquisas que visam a utilização de genótipos de cajueiro anão precoce para a produção de porta-enxertos, pois o processo de seleção ocorrido nesse material pode favorecer ao surgimento de respostas metabólicas, pela ativação de genes, levando a obtenção de mudas de qualidade em condições de estresse salino. Objetivo esse observado no trabalho de Bezerra et al. (2002), que avaliando a germinação, formação de porta-enxertos e enxertia de cajueiro anão precoce sob salinidades da água de irrigação de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m<sup>-1</sup>, concluíram que a salinidade da água de irrigação prolonga o período de germinação dos clones CCP06 e CCP1001, mas sem afetar a germinação, e, mesmo o incremento da salinidade afetando o crescimento dos porta-enxertos, diminuições acentuadas dos enxertos só ocorrem a partir da CEa de 3,5dS m<sup>-1</sup>.

Respostas similares foram encontradas por Marques et al. (2011), que estudando os efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce, notaram prolongamento na emergência e estabelecimento das plântulas de cajueiro anão precoce CCP06 pelo aumento da salinidade da água de irrigação, sendo esses mais sensíveis à salinidade durante a etapa de estabelecimento, os quais associaram ao acúmulo excessivo de íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> na plântula. Corroborando assim com Alves et al. (2009), que estudando os mecanismos envolvidos na diminuição de K<sup>+</sup> em raízes de cajueiro anão precoce por NaCl, atribuíram ao aumento dos íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> os danos ocorridos na membrana das raízes, levando a um menor influxo de potássio e, assim, retardando o crescimento dos porta-enxertos CCP06.

Já Pontes et al. (2011), avaliando dez porta-enxertos (seis do tipo anão e quatro do gigante) sob duas concentrações de NaCl (0 e 50 mmol L<sup>-1</sup>), também observaram decréscimos no crescimento dos porta-enxertos de cajueiro, sendo que sob salinidade, os genótipos do grupo anão apresentaram maior massa radicular em comparação aos do grupo gigante, os quais tiveram maior alocação de massa em folhas.

Contudo, as pesquisas existentes não são suficientes para estabelecer um material genético de cajueiro adequado para produção de porta-enxertos em condições de salinidade, necessitando de mais pesquisas que possam determinar parâmetros de qualidade de mudas para o processo de enxertia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, D. S.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. de P.; GOMES, E. M.; SOUZA, A. dos S.; SOUSA, F. F de. Produção de mudas enxertadas de goiabeira irrigadas com águas salinizadas sob adubação nitrogenada. **Espacios**, v. 38, n. 31, p. 1-15, 2017.
- ABREU, C. E. B.; PRISCO, J. T.; NOGUEIRA, A. R. C.; BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Physiological and biochemical changes occurring in dwarf-cashew seedlings subjected to salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 2, p. 105-118, 2008.
- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. 1.ed. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2010. 227 p. (versão online)
- ALVAREZ-PIZARRO, J. C.; GOMES-FILHO, E.; LACERDA, C. F.; ALENCAR, N. L. M.; PRISCO, J. T. Salt-induced changes on H<sup>+</sup>-ATPase activity, sterol and phospholipid content and lipid peroxidation of root plasma membrane from dwarf cashew (*Anacardium occidentale* L.) seedlings. **Plant Growth Regulation**, v. 59, n. 2, p. 125-135, 2009.
- ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. 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.; SILVA, S. L. F. da.; SILVEIRA, J. A. G da.; 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, n. 4, 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, n.1, p.113-121, 2010.
- ANDRADE, T. S., MONTENEGRO, S. M., MONTENEGRO, A. A.; RODRIGUES, D. F. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 496–504, 2012.

- ARAÚJO, S. C. A.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. P. de.; ALMEIDA, L. L. S.; PINHEIRO, F. W. A.; ELIAS, J. J. Produção de porta-enxerto de cajueiro irrigado com águas salinizadas e adubação potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 2, p. 2519 – 2528, 2018.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, (FAO, Irrigação e Drenagem, 29), 1999. 153p.
- BARROS, L. D. M., PIMENTEL, C. R. M., CORREA, M. P. F., MESQUITA, A. L. M. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: EMBRAPA- CNPAT, 1993. 65p.
- BARROS, L. de M. **Árvore do conhecimento caju: Características da planta**. AGEITEC: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/caju/arvore/CONT000fi8wxjm202wyiv80z4s473zfkkt9.html>
- 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, 1995. p.73-93.
- 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**. 1.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. D. 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 Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 420-424, 2002.
- BOTELLA M.; ROSADO, A.; BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M. Plant adaptive responses to salinity stress. In: JENKS, M.A.; HASEGAWA, P.M. (ed.). **Plant abiotic stress**. New York: Blackwell Publishing, 2005. p. 37-70.
- CABANERO, F.J.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium uptake. **Plant Science**, v.166, n.2, p.443-450, 2004.
- CARMO, G. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; FREITAS, D. C. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.512-518, 2011.

- 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.
- CAVALCANTI JÚNIOR, A.T.; CHAVES, J.C.M. **Produção de mudas de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 43p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 42).
- CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, F. J. de S.; OLIVEIRA, V. H. de.; RAIJ, B. V.; BERNARDI, A. C. de C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro Anão Precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação**. Fortaleza; Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 20p.
- DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação de solos afetados por sais**. Piracicaba: ESALQ/USP/LER, 2003. 118 p. (Série didática nº 13).
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricídia sepium* (Jacq.) Kunthe x Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, p.1499-1505, 2009.
- FEITOSA, S. O.; SILVA, S. L.; FEITOSA, H. O.; CARVALHO, C. M. FEITOSA, E. O. Crescimento do feijão caupi irrigado com diferentes concentrações efluente tratado e água salina. **Revista AGROTEC**, v. 36, p. 146-155, 2015.
- FERREIRA, L. G.; NEGRINI JUNIOR, E.; VALENTE, J. P.; TÁVORA, C.; FERREIRA, C. B. Avaliação de métodos de enxertia para mangueira e cajueiro na Baixada Cuiabana. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 20, n. 3, p. 128-132, 2016.
- FERREIRA-SILVA, S.L.; SILVA, E.N.; CARVALHO, F.E.L.; LIMA, C.S.; ALVES, F.A.L.; SILVEIRA, J.A.G. da. Physiological alterations modulated by rootstock and scion combination in cashew under salinity. **Scientia Horticulturae**, v.127, p.39-45, 2010.
- 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.

- FIGUEIREDO, V. B.; MEDEIROS, J. F.; ZOCOLER, J. L.; ESPINOLA SOBRINHO, J. Evapotranspiração da cultura da melancia irrigada com água de diferentes salinidades. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 02, p. 231-240, 2009.
- FREITAS, M.A.C.; AMORIM, A.V.; BEZERRA, A.M.E.; PEREIRA, M. S.; BESSA, M.C.; NOGUEIRA FILHO, F.P.; LACERDA, C.F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.4, p.839-849, 2014.
- HOPKINS, G.W. **Introduction to plant physiology**, New York: John Wiley & Sons, 1999. 512p.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola 2017. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf). acesso 03 de jan 2018.
- LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; SILVA, F. L. B.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, G. L.; CAVALCANTE, L. F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.663-675, 2011.
- MARQUES, E. C.; FREITAS, P. A. F.; ALENCAR, N. L. M.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Increased Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> accumulation induced by NaCl salinity inhibits cotyledonary reserve mobilization and alters the source-sink relationship in establishing dwarf cashews seedlings. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, n. 7, p. 2171-2182, 2013.
- 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, n. 4, p. 993-999, 2011.
- 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, Campina Grande. 173p. 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**. 2012. 103p.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.
- NASCIMENTO, I. B.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; LIMA, B. L. C.; SILVA, J. L. A. Desenvolvimento inicial da cultura do pimentão influenciado pela salinidade da água de irrigação em dois tipos de solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 37-43, 2015.
- NAVARRO, J. M.; GARRIDO, C.; MARTÍNEZ, V.; CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant Growth Regulation**, v.41, n.3, p.237-245, 2003.
- OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p.1-16, 2010.
- OLIVEIRA, A. S. L. **Trocas gasosas e crescimento de *Atriplex nummularia* lindl. irrigada com água proveniente de rejeito salino**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE, 2017.
- 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. de; BARROS, L. de M.; CAVALCANTI, J.J.V.; LIMA, A.C.; CORRÊA, M.C.M.; MELO, D.S.; PORTO, Z.B. Seleção de clones de cajueiro anão precoce para plantio comercial no município de Aracati, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n. 8, p.338-343, 2005.
- PAIVA, J.R. de; BARROS, L. de M.; CAVALCANTI, J.J.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.
- PONTE, L. F. A.; FERREIRA, O. S.; ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; PEREIRA, V. L. A.; SILVEIRA, J. A. G. da. Variabilidade de indicadores

- fisiológicos de resistência à salinidade entre genótipos de cajueiro-anão e gigante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.46, n.1, p.1-8, 2011.
- PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCT Sal, 2016. 472 p.
- RIBEIRO, M. R. Origem e classificação de solos afetados por sais. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F (ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCTA Sal, 2010. 472 p.
- SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; FERREIRA, I. B.; NETO, P. A.; SILVA, L. A.; COSTA, F. B. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 544-556, 2015.
- SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAUILINO, A. C. Salinidade: Efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1563-1578, 2012.
- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; NETO, F. D. C. V.; JÚNIOR, L. F. C. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1237-1245, 2013.
- 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 semiárido-PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.147-155, 2011.
- SILVA, F. A.; FERREIRA, A. A.; LIMA, D. C.; MEDEIROS, A. C. de; MARACAJÁ, P. B.; MEDEIROS, A. P. Estresse salino e adubação mineral na composição nutricional da cultura do milho. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.11, n.1, p76-83, 2017.
- 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, n.4, p.390-394, 2011
- SUASSUNA, C. F.; FERREIRA, N. M.; SÁ, F. V. da S.; BERTINO, A. M. P.; MESQUITA, E. F. de; PAIVA, E. P. de; BERTINO, A. M. P. Substratos e

- ambientes para produção de mudas de cajueiro anão precoce. **Agrarian**, v. 9, n. 33, p. 197-209, 2016.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.3, p.503-527, 2003.
- TORRES, E. C. M.; FREIRE, J. L. O.; OLIVEIRA, J. L.; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A.; SILVA, A. L. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa, Sinop**, v. 2, n. 2, p. 71-78, 2014.
- VOIGT, E.L.; ALMEIDA, T.D.; CHAGAS, R.M.; PONTE, L.F.A.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v.166, n.4, p.80-89, 2009.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.L; Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos Fisiológicos e Bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11; p.21, 2010.

---

## **5. MATERIAL E MÉTODOS GERAL**

## 5.1 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1.1 Local do experimento

A pesquisa foi conduzida no período de outubro a dezembro de 2017, em ambiente protegido (casa de vegetação), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), no município de Pombal - PB, situada a 6°47'3" S, 37°49'15" W e altitude de 144 m.

### 5.1.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, correspondentes a cinco níveis de condutividades elétricas da água - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) associado a quatro clones de cajueiro (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo) com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 120 plantas.

Os níveis salinos foram escolhidos baseados em estudos de Sousa et al. (2011) que observaram inibição acentuada no crescimento do cajueiro a partir do nível salino de 1,58 dS m<sup>-1</sup>.

O preparo das águas salinas foi realizado mediante a adição de sais na água de abastecimento local (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>) de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) e de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O), na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de águas disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mg L<sup>-1</sup> = 640 x CEa) conforme Rhoades et al. (2000).

Como fator experimental foi utilizado o clones cajueiro anão precoce Embrapa 51 por ser um dos mais usados como porta-enxerto por viveristas do nordeste brasileiro e por apresentarem alta taxa de germinação (Serrano et al., 2013), o clone CCP 76 devido sua adaptabilidade a diferentes ambientes e à atratividade e qualidade do pedúnculo (VIDAL NETO et al., 2013), o clone FAGA 11 por ser recomendado para cultivo de sequeiro no semiárido Nordestino, além de apresentar características como elevada produção, castanhas grandes e pesadas e o material genético Crioulo por apresentar um rápido crescimento e alta adaptação as condições ambientais vigentes (MESQUITA et al. 2010). Todas as sementes usadas no experimento foram provenientes de uma área de

exploração comercial localizada no município de Severiano Melo – RN. Destaca-se que as sementes do material Crioulo eram provenientes de plantas vigorosas, com alta produção, castanhas grandes e pesadas.

### 5.1.3 Condução do experimento

#### *Produção dos porta-enxertos*

Para a formação dos clones foram utilizadas sacolas de polietileno, com capacidade de 1250 mL, perfurados na base, para livre drenagem da água. O substrato usado foi composto de Neossolo Flúvico (95%) + esterco bovino curtido (5%); o solo foi coletado na camada de 0-20 cm no Lote 14, Setor I, do Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa-PB. Após o preenchimento, as sacolas foram dispostas sobre bancada metálica com cantoneira, a uma altura de 0,80 m do solo para facilitar o manejo e aplicação dos tratamentos.

As características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento (Tabela) foram analisadas conforme metodologia proposta por Claessen (1997) no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG/Campina Grande-PB.

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

pH	Atributos químicos							
	CEes	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
1:2,5	dS m <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					
7,22	1,28	0,30	0,30	0,14	3,50	1,70	0	0
	Atributos Físicos							Classe textural
	Areia	Silte	Argila	DS	DP	Porosidade Total		
	g kg <sup>-1</sup>		kg dm <sup>-3</sup>		%		Franco- arenoso	
	767,3	161,6	71,1	1,44	2,75	47,63		

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; DS- Densidade do solo; DP- Densidade de partículas.

A semeadura foi realizada utilizando uma semente por sacola, cujo substrato encontrava-se na capacidade de campo com água de abastecimento (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>); a semente foi inserida na posição vertical com base voltada para cima (ponto de inserção da castanha ao pedúnculo), na profundidade de 1 cm de solo, conforme recomendações da EMBRAPA- CNPAT.

A emergência das plântulas iniciou-se aos 10 dias após o semeio (DAS), sendo a aplicação das água de irrigação com distintas salinidades iniciadas aos 25 dias após a semeio (DAS), com irrigações diárias no final da tarde de forma

manual utilizando proveta graduada, sendo a lâmina aplicada estimada pelo princípio de lisimetria de drenagem (utilizando 20 sacolas aleatórias que eram usadas para esse cálculo; abaixo delas havia um coletor para determinar a drenagem), pela diferença entre o volume aplicado e o drenado da irrigação anterior (SOUZA et al., 2016). Com o propósito de reduzir o acúmulo de sais no solo foi aplicado uma fração de lixiviação de 0,15 em intervalo de 10 dias. Durante o período de germinação das plântulas, o solo foi mantido próximo da capacidade de campo, com a água de CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>.

#### **5.1.4 Tratos culturais**

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

#### **5.1.5 Variáveis analisadas**

##### *Analises fisiológicas*

As trocas gasosas foram mensuradas ao final do experimento através da condutância estomática (*gs*), concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares (*Ci*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), taxa de transpiração da folha (*E*) e eficiência instantânea da carboxilação (*EiCi*). Para analisar as trocas gasosas dos diferentes clones de cajueiro, foi utilizado o analisador de gás por infravermelho (IRGA) modelo LCPro+, através *E*, *Ci*, *gs*, *A* e *EiCi*.

##### *Crescimento das plantas*

Foram avaliados aos 50 e 65 dias após o semeio (DAS) as variáveis do diâmetro de caule (DC), altura de planta (AP), número de folhas (NF) e relação altura de planta/diâmetro do caule (AP/DC) aos 65 DAS.

A AP foi mensurada medindo-se a distância entre o colo e o ponto de inserção do meristema apical; o DC foi determinado a 3 cm acima do nível do solo. O NF considerando apenas as folhas com comprimento mínimo de 1,5 cm e com no mínimo 50% de sua área fotossinteticamente ativa

Já a área foliar específica (AFE) e a razão de área foliar (RAF) foram mensuradas ao final do experimento conforme Benincasa (2003) considerando equação 1 e 2.

$$AFE = \frac{AF}{FSF} \quad (1)$$

Em que: área foliar específica = AFE ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) = AF = área foliar, em  $\text{cm}^2$ ; FSF = fitomassa seca da folha, em g.

$$RAF = \frac{AF}{FSPA} \quad (2)$$

Em que: Razão de área foliar = RAF ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) = AF: área foliar ( $\text{cm}^2$ ) FSPA= fitomassa seca da parte aérea (g),

#### *Taxa de crescimento*

As taxas de crescimento relativo de altura de planta ( $\text{TCR}_{ap}$ ), diâmetro do caule ( $\text{TCR}_{dc}$ ) e área foliar ( $\text{TCR}_{af}$ ) no período entre 35 à 65 DAS conforme equação 2, onde se mensura o crescimento em função da matéria pré-existente (HUNT et al. 2002).

$$\text{TCR} = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (3)$$

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.

#### *Produção de fitomassa*

Para a determinação da produção de fitomassa seca as plantas foram coletadas ao final do experimento e em seguida foi realizada a limpeza das raízes para eliminar o solo aderido e cada órgão da planta foi dividido em folha, caule e raiz, posteriormente, o material foi acondicionado em sacos de papel previamente identificados, levados ao laboratório e colocados em estufa de circulação de ar à  $65^\circ\text{C}$  até obtenção do peso constante para determinação da fitomassa seca de folha (FSF), caule (FSC), raiz (FSR) da parte aérea (FSPA), relação raiz/ parte aérea (Raiz/PA) e fitomassa seca total (FST).

Ainda foram determinadas as alocações de fitomassa nos diferentes órgãos (folhas, caule e raiz) conforme Benincasa (2003) equação 5;

$$\text{Alocação de fitomassa órgão} = (\text{MSórgão} / \text{MStotal}) * 100 \quad (4)$$

A taxa de assimilação líquida (TAL), suculência foliar (SUC) (g de  $\text{H}_2\text{O}/\text{m}_2$ ) e teor de água na parte aérea (TAP) foram obtidas conforme metodologia

descrita por Lucches, (1984), Mantovani (1999) e Benincasa (2003) através das equações 5, 6 e 7 respectivamente;

$$TAL = \frac{(P2 - P1)}{(A2 - A1)} * \frac{(\log e A2 - \log e A1)}{(T2 - T1)} \quad (5)$$

Em que: P2= Fitomassa seca total do vegetal colhido na segunda amostragem; P1 = Fitomassa seca total do vegetal coletado na primeira amostragem: Log e » logaritmo neperiano (Log e = logaritmo decimal multiplicado por 2,30258); A2 = área foliar no tempo T2; A1 = área foliar no tempo T1; T2 e T1 = dias da segunda e primeira amostragens, respectivamente (número de dias decorridos entre as duas amostragens).

$$\text{Suculência foliar} = \frac{(\text{Peso fresco total} - \text{peso seco})}{\text{Área foliar}} \quad (6)$$

$$TAP = \frac{(FFPA - FSPA)}{(FFPA)} * 100 \quad (7)$$

Em que: TAP – Teor de água da parte aérea (%); FFPA - Fitomassa fresca da parte aérea (g); FSPA - Fitomassa seca da parte aérea (g)

#### *Analises dos índices e qualidade*

Os índices de esclerofilia (IEF) e o índice produção de fitomassa seca da parte aérea (IPFPA) foram determinados conforme metodologia de Mantovani (1999) e Benincasa (2003) equação 8 e 9 respectivamente.

$$IEF = \frac{(FSF)}{(AF)} \quad (8)$$

Em que: índices de esclerofilia = IEF (g/cm<sup>2</sup>); fitomassa seca de folha = FSF; área foliar = AF;

$$IPFPA = \frac{(FSPA)}{(FST)} \quad (9)$$

Onde: índice produção de fitomassa seca da parte aérea = IPFPA; fitomassa seca parte aérea = FSPA; fitomassa seca total = FST.

Já razão de massa das folhas (RMF) foi obtida conforma equação 10.

$$RMF = \frac{(FSF)}{(FST)} \quad (10)$$

Em que: Razão de massa das folhas = RMF (g/g<sup>1</sup>) fitomassa seca de folha = FSF; fitomassa seca total = FST.

O índice de tolerância à salinidade, comparando-se os dados dos tratamentos salinos com os do controle (CEa = 0,3 dS m<sup>-1</sup>), usando-se a equação 11 conforme Araújo et al (2016).

$$\text{Índice de tolerância (IT \%)} = \frac{(\text{Produção MST Tratamento salino})}{(\text{Produção de MST no controle})} * 100 \quad (11)$$

Já a qualidade dos diferentes clones de cajueiro foram determinados ao final do experimento, através do Índice de Qualidade de Dickson - IQD (Dickson et al., 1960), conforme equação 12:

$$\text{IQD} = \frac{(\text{FST})}{(\text{AP/DC}) + (\text{FSPA/FSR})} \quad (12)$$

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).

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **6.1 CAPÍTULO I**

---

### **MORFOFISIOLOGIA DE CLONES DE CAJUEIRO IRRIGADOS COM ÁGUAS DE SALINIDADES DIFERENTES**

# MORFOFISIOLOGIA DE CLONES DE CAJUEIRO IRRIGADOS COM ÁGUAS DE SALINIDADES DIFERENTES

## RESUMO

Os longos períodos de estiagem associados a elevada evapotranspiração e escassez de água de boa qualidade são fatores que limitam a exploração agrícola, principalmente em regiões semiáridas, o que induz ao uso de águas salinas como alternativa para expansão das áreas irrigadas. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas e o crescimento de diferentes clones de cajueiro na fase de formação de porta-enxerto, em função da irrigação com águas de diferentes níveis salinos. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal – PB. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos consistiram em cinco diferentes níveis de condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro clones de cajueiro (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo), com três repetições e duas plantas por parcela. Dentre os porta-enxertos de cajueiro avaliados, o Crioulo apresentou os melhores resultados no crescimento e fotossíntese líquida. A salinidade da água de irrigação de até 1,82 dS m<sup>-1</sup> proporciona perdas aceitáveis de 10% no crescimento e fisiologia dos diferentes clones de cajueiro. Por apresentarem diâmetro entre 4 e 5 mm, todos os clones de cajueiro estão aptos para a enxertia aos 65 dias após o semeio.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale* L., salinidade, fisiologia.

# MORPHOPHYSIOLOGY OF CASHEW CLONES IRRIGATED WITH WATERS OF DIFFERENT SALINITIES

## ABSTRACT

The long periods of drought associated with high evapotranspiration and scarcity of good quality water are factors that limit agricultural exploitation, especially in semi-arid regions, which induce the use of saline water as an alternative for the expansion of irrigated areas. In this context, the aim of this work was to evaluate the gaseous changes and the growth of different cashew clones in the rootstock formation phase, as a function of irrigation with waters of different salt levels. The experiment was carried out in a protected environment of the Federal University of Campina Grande of the Agro-Food Science and Technology Center, Pombal campus, Brazil. The experimental design was a randomized block design, in a 5 x 4 factorial scheme, whose treatments consisted of five different levels of electrical conductivity of the irrigation water - EC<sub>w</sub> (0.3, 1.0, 1.7, 2.4 and 3.1 dS m<sup>-1</sup>) associated with four genetic materials (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 and Crioulo) of cashew, with three replicates and two plants per plot. Among the evaluated cashew rootstocks, Crioulo presented the best results of growth and net photosynthesis. The salinity of irrigation water up to 1.82 dS m<sup>-1</sup> provides acceptable 10% losses in the growth and physiology of different cashew genetic materials. All cashew genetic materials attained stem diameter between 4 and 5 mm and were found to be suitable for grafting at 65 days after sowing.

**Key words:** *Anacardium occidentale* L., salinity. Physiology.

### 6.1.1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma frutífera tropical nativa do Brasil e amplamente cultivada, principalmente no Nordeste brasileiro, devido a sua adaptação as condições edafoclimáticas locais. Situação essa que torna essa região a maior produtora de castanha, com uma área plantada em torno de 616.189 ha, respondendo por cerca de 98,7% da produção nacional, sendo os estados do Ceará (42.597 t), Rio Grande do Norte (33.912 t) e Piauí (28.292 t) os principais produtores (SUASSUNA et al., 2016). É uma fruteira que se destaca tanto pelo seu consumo *in natura* como pela industrialização de seus frutos, surgindo como uma cultura importante na geração de emprego e renda no semiárido do Nordeste brasileiro (ARAÚJO et al., 2014).

No semiárido brasileiro, devido a propagação da cultura ter sido principalmente por sementes, há grande variabilidade genética do material vegetal, tornando-se um fator limitante da expressão do potencial produtivo do cajueiro; como alternativa para melhorar as características produtivas, surgiram, na década de 1980, os primeiros materiais com genótipos superiores chamados de cajueiro anão precoce, permitindo assim, reproduzir de forma assexuada, qualidades de interesse agrônomo da planta matriz como, precocidade e elevação da produção, homogeneidade de produção, dentre outros aspectos inerentes ao pedúnculo e a castanha da planta matriz (FERREIRA et al., 2016).

Entretanto, a região semiárida do nordeste brasileiro é caracterizada por reduzidos volumes de precipitações pluviométricas e altas taxas de evaporação ocasionando, naturalmente, déficit hídrico durante a maior parte do ano, ou seja, a exploração agrícola racional só se torna possível a partir do uso da irrigação (LIMA et al., 2014). No entanto, a maior parte das águas disponíveis para a irrigação, seja superficial ou subterrânea, apresentam quantidades de sais que tendem a limitar o crescimento, o desenvolvimento e a produção das culturas, devido ao estresse osmótico que reduz a disponibilidade de água para as plantas, resultando no fechamento estomático e conseqüentemente, reduzindo a disponibilidade de dióxido de carbono que tende a promover danos aos aparelho fotossintético (ALVES et al., 2011).

Diante disso, faz-se necessário a adoção de estratégias como manejo de solo e água, e uso de material genético adaptado a estas condições de modo a reduzir os efeitos negativos dos sais sobre as plantas (SÁ et al., 2015). Serrano

et al. (2013) relata sobre a importância de se utilizar porta-enxertos potenciais e adaptados aos solos e clima da região para a produção de mudas comercial, visando uma maior uniformidade entre plantas, em relação ao porte, produção e principalmente a qualidade da produção.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas e o crescimento de diferentes clones de cajueiro na fase de formação de porta-enxerto, em função da irrigação com águas de diferentes níveis salinos.

### **6.1.2 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida no período de outubro a dezembro de 2017, em ambiente protegido (casa de vegetação), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), no município de Pombal - PB, situada a 6°47'3" S, 37°49'15" W e altitude de 144 m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, correspondentes a cinco níveis de condutividades elétricas da água - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) associado a quatro clones de cajueiro (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo) com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 120 plantas.

Os níveis salinos foram escolhidos baseados em estudos de Sousa et al. (2011) que observaram inibição acentuada no crescimento do cajueiro a partir do nível salino de 1,58 dS m<sup>-1</sup>.

O preparo das águas salinas foi realizado mediante a adição de sais na água de abastecimento local (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>) de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) e de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O), na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de águas disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mg L<sup>-1</sup> = 640 x CEa) conforme Rhoades et al. (2000).

Como fator experimental foi utilizado o clones cajueiro anão precoce Embrapa 51 por ser um dos mais usados como porta-enxerto por viveristas do nordeste brasileiro e por apresentarem alta taxa de germinação (Serrano et al., 2013), o clone CCP 76 devido sua adaptabilidade a diferentes ambientes e à atratividade e qualidade do pedúnculo (VIDAL NETO et al., 2013), o clone FAGA 11 por ser recomendado para cultivo de sequeiro no semiárido Nordestino, além

de apresentar características como elevada produção, castanhas grandes e pesadas e o material genético Crioulo por apresentar um rápido crescimento e alta adaptação as condições ambientais vigentes. Todas as sementes usadas no experimento foram provenientes de uma área de exploração comercial localizada no município de Severiano Melo – RN. Destaca-se que as sementes do material Crioulo eram provenientes de plantas vigorosas, com alta produção, castanhas grandes e pesadas.

Para a formação dos clones foram utilizadas sacolas de polietileno, com capacidade de 1250 mL, perfurados na base, para livre drenagem da água. O substrato usado foi composto de Neossolo Flúvico (95%) + esterco bovino curtido (5%); o solo foi coletado na camada de 0-20 cm no Lote 14, Setor I, do Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa-PB. Após o preenchimento, as sacolas foram dispostas sobre bancada metálica com cantoneira, a uma altura de 0,80 m do solo para facilitar o manejo e aplicação dos tratamentos.

As características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento (Tabela 1) foram analisadas conforme metodologia proposta por Claessen (1997) no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG/Campina Grande-PB. Tabela 1. Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento.

		Atributos químicos							
Ph	CE <sub>es</sub>	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	
1:2,5	dS m <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
7,22	1,28	0,30	0,30	0,14	3,50	1,70	0	0	
		Atributos Físicos							
		Areia	Silte	Argila	DS	DP	Porosidade Total	Classe textural	
		g kg <sup>-1</sup>			kg dm <sup>-3</sup>		%	Franco- arenoso	
		767,3	161,6	71,1	1,44	2,75	47,63		

pH<sub>es</sub> = pH do extrato de saturação do substrato; CE<sub>es</sub> = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; DS- Densidade do solo; DP- Densidade de partículas.

A semeadura foi realizada utilizando uma semente por sacola, cujo substrato encontrava-se na capacidade de campo com água de abastecimento (CE<sub>a</sub> de 0,3 dS m<sup>-1</sup>); a semente foi inserida na posição vertical com base voltada para cima (ponto de inserção da castanha ao pedúnculo), na profundidade de 1 cm de solo, conforme recomendações da EMBRAPA- CNPAT.

A emergência das plântulas iniciou-se aos 10 dias após o semeio (DAS), sendo a aplicação das água de irrigação com distintas salinidades iniciadas aos 25 dias após a semeio (DAS), com irrigações diárias no final da tarde de forma

manual utilizando proveta graduada, sendo a lâmina aplicada estimada pelo princípio de lisimetria de drenagem (utilizando 20 sacolas aleatórias que eram usadas para esse cálculo; abaixo delas tinha um coletor para determinar a drenagem), pela diferença entre o volume aplicado e o drenado da irrigação anterior (SOUZA et al., 2016). Com o propósito de reduzir o acúmulo de sais no solo foi aplicado uma fração de lixiviação de 0,15 em intervalo de 10 dias. Durante o período de germinação das plântulas, o solo foi mantido próximo da capacidade de campo, com a água de CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>.

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

Avaliaram-se os efeitos da aplicação das águas salinas sobre os clones de cajueiro aos 65 dias após semeio (DAS), a partir das variáveis, condutância estomática (*gs*), concentração de CO<sub>2</sub> (*Ci*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), taxa de transpiração da folha (*E*) e eficiência instantânea da carboxilação (*EiCi*). Já o diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas (NF) foram mensurados aos 50 e 65 DAS. O crescimento dos diferentes clones foi avaliado aos 65 DAS, considerado como tempo médio necessário para as plantas apresentarem –se aptas a enxertia (SERRANO et al., 2013).

Para analisar as trocas gasosas dos porta-enxerto de cajueiro, foi utilizado o analisador de gás por infravermelho (IRGA) modelo LCPro+, através *E*, *Ci*, *gs*, *A* e *EiCi*. As medidas de trocas gasosas foram realizadas no período das 7:00 às 9:00 horas da manhã, em uma folha madura e completamente expandida, usando-se fonte de luz artificial com intensidade de 1200 MJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e CO<sub>2</sub> obtido da atmosfera a uma altura de 2,5 m.

A AP foi mensurada medindo-se a distância entre o colo da planta e o ponto de inserção da folha mais nova; o DC foi determinado com um paquímetro digital, verificando-se a 3 cm acima do nível do solo e o número de folhas por contagem simples considerando apenas as que estavam com mais de 50% da área fotossinteticamente ativa.

As variáveis foram avaliadas mediante análise de variância, pelo teste F (0,01 e 0,05 de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator salinidade da

água de irrigação e teste de média (Tukey) para comparar os diferentes clones de cajueiro, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 6.1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, com base nos resultados da análise de variância (Tabela 2), efeito significativo da interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação x diferentes clones de cajueiro) sobre a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e taxa de transpiração da folha de cajueiro. Já para condutância estomática e concentração de CO<sub>2</sub>, houve efeito de forma isolada dos fatores estudados, aos 65 dias após o semeio (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para condutância estomática (*gs*), concentração de CO<sub>2</sub> (*Ci*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), taxa de transpiração da folha (*E*) e eficiência instantânea da carboxilação (*EiCi*) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas de distintas salinidades, aos 65 dias após o semeio (DAS).

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		<i>Gs</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>EiCi</i>
Níveis salinos (NS)	4	0,002**	1187,65**	16,7**	1,87**	0,0004**
Reg. Linear	1	0,01**	21,84,56**	44,42**	7,11**	0,001**
Reg. Quadrática	1	0,00006ns	10,50,01**	8,40**	0,05**	0,0001**
Clones de cajueiro (C)	3	0,003*	26560,80**	7,88**	0,39**	0,0006**
Interação (NS x C)	12	0,0002ns	3322,88ns	3,23**	0,38**	0,0001**
Bloco	2	0,000005ns	96,26ns	0,17ns	0,01ns	9,5 x10 <sup>-7</sup> ns
CV (%)		22,74	5,60	11,68	11,87	9,90

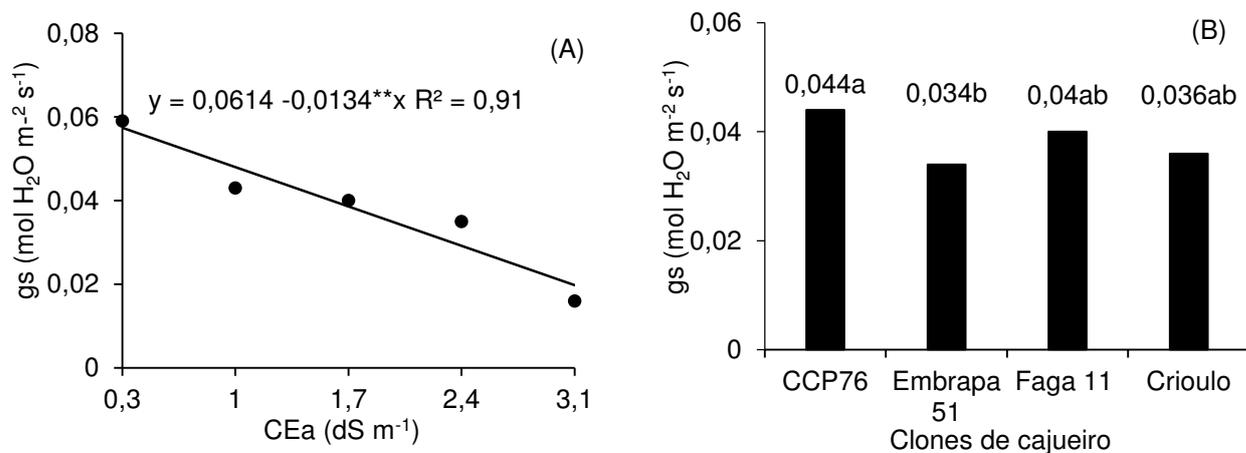
ns, \*, \*\*, respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ ;

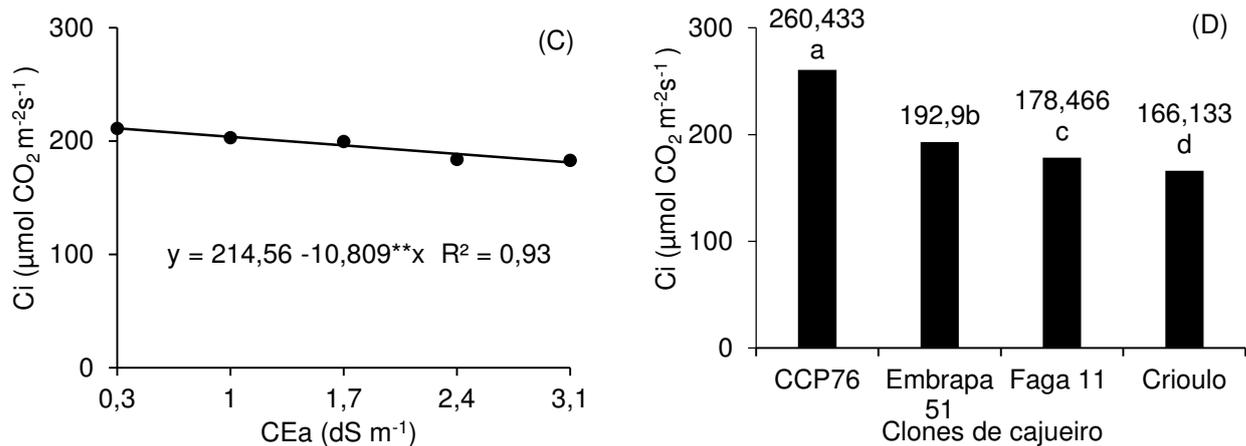
A salinidade da água de irrigação proporcionou reduções na condutância estomática e concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares e de acordo com as equações de regressão (Figura 1 A e C), verifica-se efeito linear com reduções da *gs* e da *Ci* por aumento unitário da CEa de 21,84% e 5,03%, respectivamente, ou seja, as plantas irrigadas com a água de maior salinidade (3,1 dS m<sup>-1</sup>) tiveram perdas no *gs* de 61,10% (0,0158 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e na *Ci* de 14,10% (30,25 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) quando comparadas com as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Denota-se que a redução da condutância estomática foi decorrente do efeito osmótico e/ou da redução da condutividade hidráulica do sistema radicular, em função do aumento da suberização e lignificação dos tecidos vasculares das raízes de plantas sob estresse salino (BYRT et al., 2018). Além disso, o efeito tóxico dos sais, proporcionam um desbalanço entre a produção e

a remoção de espécies reativas de oxigênio (EROs) produzidas durante o processo fotossintético que culminam nos danos oxidativos, tais como peroxidação lipídica, danos nas membranas celulares, degradação de proteínas, quebra da dupla fita do DNA, além de poder resultar na morte celular.

A maior condutância estomática entre os distintos clones estudados (Figura 1B) se deu para o porta-enxerto CCP 76, apresentando um valor 22,72% superior ao clone EMBRAPA 51, entretanto, não apresentou diferença significativa quando comparado com porta-enxerto Faga 11 e o Crioulo aos 65 DAS. Em relação a concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares (Figura 1D), o porta-enxerto de cajueiro CCP 76 também teve superioridade quando comparados aos demais porta-enxertos, apresentando valores excedentes de 67,53, 81,96 e 94,30 μmol de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> quando comparado aos porta-enxertos Embrapa 51, Faga 11 e o Crioulo, respectivamente.

Para Engineer et al. (2015) uma elevada condutância estomática pode correlacionar-se com o melhor rendimento da cultura, e assim, a baixa regulação da condutância estomática pelo CO<sub>2</sub> pode contribuir para rendimentos abaixo do ideal quando houver água suficiente disponível. Desta forma, o clone CCP 76 teve elevado potencial de crescimento, por proporcionar maior entrada de CO<sub>2</sub> nas câmaras subestomáticas, além de estimular o resfriamento evapotranspirativo das folhas, o que, por sua vez, reduz a ocorrência de estresse térmico, e melhora a absorção de nutrientes pela manutenção de um fluxo transpiratório (WEHR et al., 2017).





Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 1. Condutância estomática –  $g_s$  (A) e concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares-  $C_i$  (C) em função dos distintos níveis de CEa e,  $g_s$  (B) e  $C_i$  (D) de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.

De acordo com as equações de regressão para a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Figura 2 A), observa-se resposta quadrática dos clones de cajueiro CCP76 e Embrapa 51 em função do incremento salino da água de irrigação, sendo obtido, respectivamente, os valores máximos de 4,09 e 4,27  $\mu\text{mol m}^{-1}$  ao irrigar as plantas com CEa de 1,5 dS m<sup>-1</sup>. Segundo Razzaghi et al. (2015) a capacidade da planta de se ajustar osmoticamente e compartimentalizar os íons tóxicos para melhorar a atividade fotossintética consistem em uma das principais estratégias de adaptação das plantas a condição de estresse salino; fato esse que pode ter colaborado para os ganhos de fotossíntese dos porta-enxertos de cajueiro CCP76 e Embrapa 51 no presente estudo.

Os clones Faga 11 e o Crioulo, sofreram efeito linear decrescente da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, com diminuições respectivas de 16,47 e 24,45%, por aumento unitário da CEa, ou seja, quando estes clones de cajueiro foram submetidos à CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> tiveram redução na  $A$  de 3,06 e 4,46  $\mu\text{mol m}^{-1}$ , respectivamente, em comparação às irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Apesar de redução linear de dois clones, até a CEa 3.1 dS m<sup>-1</sup> estes apresentaram  $A$  superior aos demais.

A diminuição da fotossíntese pelo estresse salino está relacionada inicialmente as restrições na entrada de CO<sub>2</sub> nas câmeras estomáticas pelo efeito osmótico da salinidade, em seguida, pela acumulo excessiva de íons

tóxicos, como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , nos cloroplastos e clorofila, que reduz a conversão de energia luminosa e proporciona o surgimento do estresse oxidativo (PARIHAR et al., 2014).

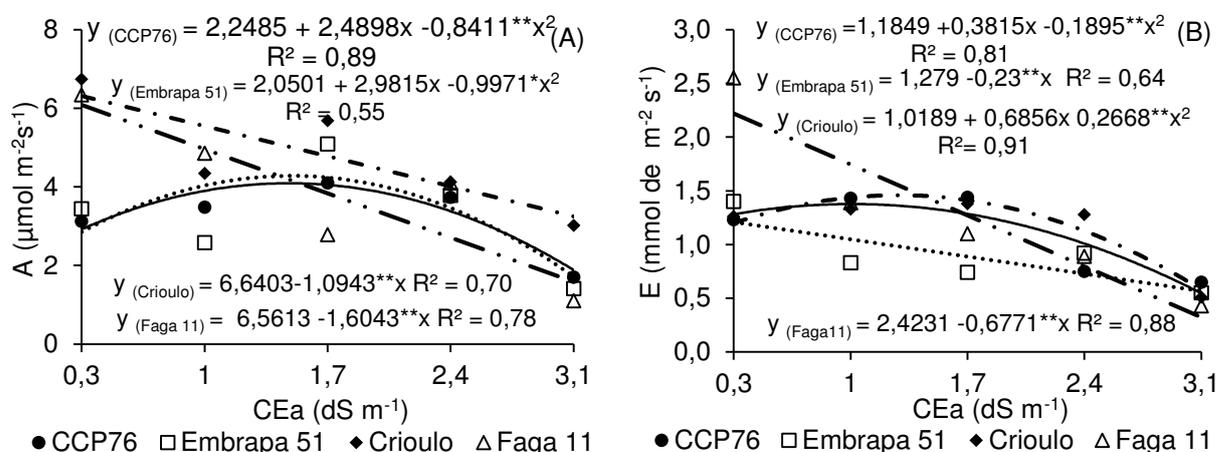


Figura 2. Taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  – A (A) e transpiração – E (B) em função da interação entre distintos níveis de CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.

Analisando o efeito dos níveis salinos dentro de cada clones sobre a transpiração (Figura 2B), nota-se conforme equação de regressão, efeito polinomial quadrático sobre CCP 76 e o Crioulo, com os melhores valores encontrados quando as plantas estavam sendo irrigadas com água de CEa de 1 dS m<sup>-1</sup> (1,37 mmol de m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e 1,3 dS m<sup>-1</sup> (1,45 mmol de m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) respectivamente. Para os clones Embrapa 51 e Faga 11 constata-se, conforme equações de regressão, decréscimo linear, com reduções na ordem de 17,98% (Embrapa 51) e 27,93% (Faga 11) por aumento unitário da CEa, chegando a proporcionar reduções de 50,35% e 78,23% no nível de 3,1 dS m<sup>-1</sup> quando comparado com o de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Denota-se que este fato ocorre em função da menor absorção de água pelas plantas ocasionada pelo acúmulo de sais próximo ao sistema radicular, que através da redução do potencial osmótico, reduz a abertura dos estômatos para se evitar a perda de água por transpiração (RODRIGUES et al., 2016).

No entanto, mesmo sendo uma prática comum para se evitar a perda de água, restrições excessivas na transpiração das plantas, além de reduzir a absorção de nutrientes, pela diminuição do potencial transpiratório, pode acarretar o surgimento de estresse térmico pela restrição de água para

manutenção da temperatura foliar, causando danos no sistema fotossintético pela desintegração das proteínas dos cloroplastos (BECKER et al., 2017).

Na Figura 3, a eficiência da carboxilação dos clones Faga 11 e Crioulo foi reduzida em 23,41 e 19,76% pelo aumento unitária da salinidade da água de irrigação, a qual chegou a proporcionar na CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> uma perda de 65,5 e 55,34% em relação ao encontrado na CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Fato esse que mostra os danos ao fotossistema ocorrido pelo estresse salino, pois a fotossíntese foi reduzida mesmo apresentando CO<sub>2</sub> disponível na câmara subestomática, provavelmente pelo estresse oxidativo ter proporcionado danos aos cloroplastos e diminuído assim a captação de energia luminosa para a fase fotoquímica da fotossíntese (WUNGRAMPHA et al., 2018).

No entanto, os clones CCP76 e EMBRAPA 51 se adaptaram a condição de estresse, apresentando ganhos na eficiência da carboxilação de de 0,0015 e 0,0025 [(μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (μmol mol<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>] até a CEa de 1,71 e 1,70 dS m<sup>-1</sup>. Podendo estar relacionada a diminuição da abertura estomática como forma de evitar a perda de água para o ambiente, a qual reduz a entrada de CO<sub>2</sub>, porém, sem ocasionar danos ao fotossistema (ACOSTA-MOTOS et al., 2017).

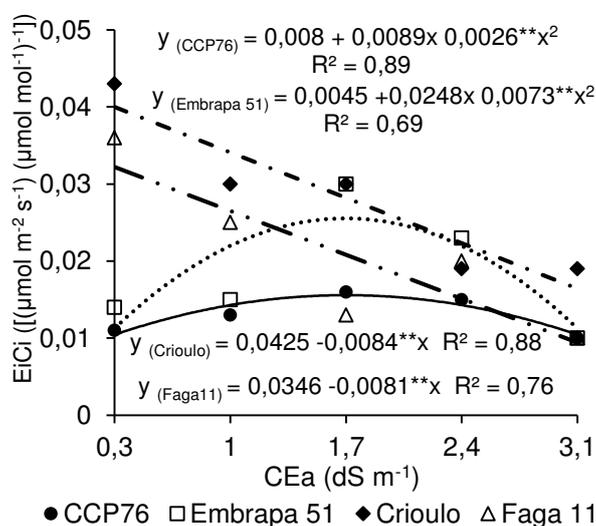


Figura 3. Eficiência instantânea da carboxilação - *EiCi* em função da interação entre distintos níveis de CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS

Conforme os resultados da análise variância (Tabela 3) houve efeito significativo da interação entre a salinidade da água e diferentes clones de cajueiro sobre a altura de plantas aos 50 e 65 DAS. Para o diâmetro do caule nota-se efeito significativo de forma isolada da salinidade da água de irrigação e

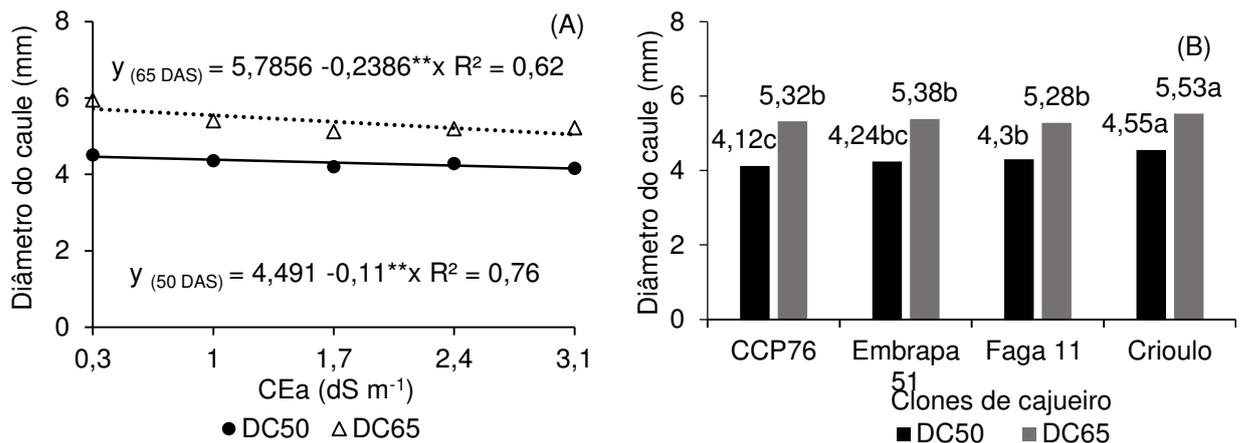
diferentes clones genéticos de cajueiro, em todas as épocas de estudo; e sobre o número de folhas apenas observou-se efeito significativo dos diferentes clones de cajueiro, aos 50 e 65 DAS.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas (NF) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas salinas, aos 50 e 65 dias após o semeio (DAS).

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio					
		DC		AP		NF	
		Dias após a semeadura					
		50	65	50	65	50	65
Níveis salinos (NS)	4	0,22**	1,34**	53,51**	82,47**	1,64ns	4,70ns
Reg. Linear	1	0,67**	3,32**	129,16**	243,67**	6,07ns	10,20ns
Reg. Quadrática	1	0,06**	1,90**	83,58**	81,48**	0,14ns	0,05ns
Clones de cajueiro (C)	3	0,48**	0,17**	109,10**	163,93**	4,99**	12,15**
Interação (NS x C)	12	0,20ns	0,81ns	11,48**	17,45**	0,73ns	2,27ns
Bloco	2	0,002ns	0,002ns	1,51ns	0,98ns	0,45ns	0,95ns
CV (%)		3,30	2,12	5,69	6,19	9,10	14,33

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

O DC foi afetado negativamente pelo incremento na salinidade da água de irrigação aos 50 e 65 DAS, ocorrendo reduções lineares de 2,44% e 4,12% por aumento unitário de CEa, respectivamente, ou seja, as plantas irrigadas com água de CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> apresentaram reduções de 6,85% e 11,54% em relação as irrigadas com nível de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, nas respectivas épocas de avaliação (Figura 4A). A redução do DC decorre da diminuição do potencial osmótico da solução do solo, o que dificulta a absorção de água pelas raízes, fazendo com que a planta reduza a abertura estomática e conseqüentemente a entrada de CO<sub>2</sub> para a realização da fotossíntese, assim reduzindo o crescimento pela menor fixação de carbono (Souza et al., 2016).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ) para mesma idade.

Figura 4. Diâmetro do caule em função da salinidade da água de irrigação - CEA (A) e diferentes clones de cajueiro (B) aos 50 e 65 dias após semeio – DAS.

O Crioulo foi superior ao CCP 76 em 9,45% aos 50 DAS e 3,79% aos 65 DAS, entretanto aos 50 DAS o CCP76 não diferiu do Embrapa 51 e aos 65 DAS não houve diferença para as demais (Figura 4B). Apesar de serem distintos, a diferença não ultrapassou 10% e aos 65 DAE dos distintos clones estavam aptos para enxertia pois apresentavam DC entre 4 e 5 mm conforme Serrano et al. (2013). Denota-se que a rusticidade do cajueiro comum tenha favorecido o maior crescimento outrossim, a alta variabilidade genética encontrada nestes materiais, facilitam o processo de adaptação e consequente crescimento dos porta-enxertos (Vidal Neto et al., 2013).

Em relação à altura de planta em função da interação entre os distintos níveis salinos na água de irrigação e clones CCP 76 e Crioulo (Figura 5A), verificou-se conforme equação de regressão que o maior valor na AP de 36,40 cm (CCP 76) e 40,36 cm (Crioulo) foi obtido quando irrigou-se as plantas com a CEA de 1,40 e 1,50 dS m<sup>-1</sup> respectivamente aos 50 DAS. Analisando ainda as equações de regressão referente aos clones de cajueiro Embrapa 51 e Faga 11 (Figura 5A) vê-se que o modelo no qual os dados obtiveram o melhor ajuste foi o linear decrescente, onde as plantas que receberam a maior CEA (3,1 dS m<sup>-1</sup>) apresentaram redução de 9,24 e 12,93% respectivamente em relação as plantas irrigadas com a água de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Reduções essas que pode estar relacionada a influência da salinidade nas atividades meristemáticas e o alongamento celular

afetando diretamente o crescimento das plantas cultivadas sobre condições de estresse salino (CHAMEKH et al., 2016).

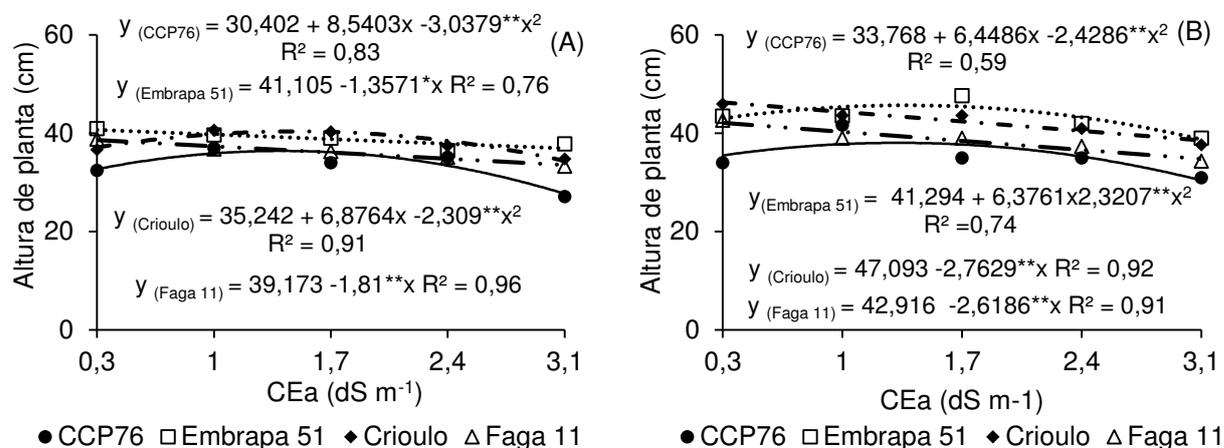


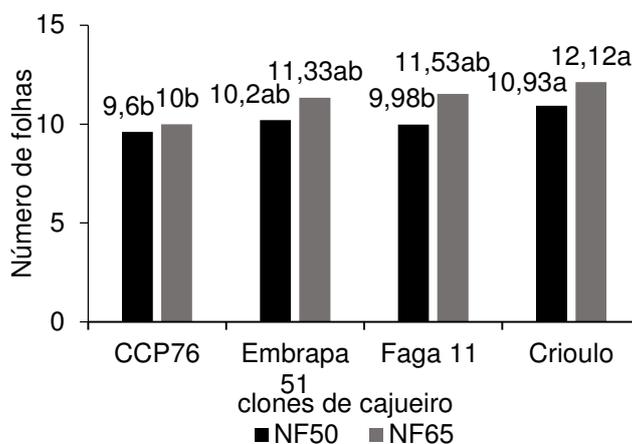
Figura 5: Altura de planta em função da interação entre distintos níveis de CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 50 (A) e 65 (B) dias após semeadura – DAS.

A partir das equações de regressão (Figura 5B), observa-se que altura de planta teve resposta quadrática para os porta-enxertos CCP 76 e Embrapa 51, sendo obtido o máximo de AP de 38,04 e 45,67 cm nas plantas irrigadas CEa de 1,3 e 1,4  $dS\ m^{-1}$ . Entretanto para os demais clones (Crioulo e Faga 11) nota-se pelas equações de regressão reduções por aumento unitário da salinidade da água de irrigação de 5,86% (Crioulo) e de 6,10% (Faga 11) aos 65 DAS.

Reduções na altura das plantas de cajueiro sob irrigação com água salina já foram observadas por outros pesquisadores como Sousa et al. (2011), que avaliando a germinação e crescimento inicial dos clones de cajueiro comum BRS 275 e BRS 274, constataram reduções lineares de 6,60 e 5,69% por cada aumento unitário da CEa aos 30 dias após a emergência.

Conforme o teste de comparação de médias para o NF (Figura 6), aos 50 DAS verifica-se que o clone de cajueiro Crioulo diferiu de forma significativa dos porta-enxertos CCP 76 e Faga 11 apresentando uma superioridade de 6,67 e 8,69% respectivamente. Contudo, não houve diferença significativa entre os clones de cajueiro Crioulo e clone Embrapa 51 aos 50 DAS. Já aos 65 DAS, observa-se que o clones de cajueiro Crioulo embora não tenha apresentado diferença significativa para o Faga 11 e o Embrapa 51 manteve sua superioridade entre eles apresentando ganhos de 17,49% (2,12 folhas por planta) em relação ao clones de cajueiro CCP 76. Comportamento desejável, pois um maior número de folhas resulta em aumento na área fotossinteticamente

ativa da planta e assim estimula a fixação de CO<sub>2</sub> e posteriormente o desenvolvimento da planta.



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ) para mesma idade.

Figura 6: Número de folhas de diferentes clones de cajueiro aos 50 e 65 dias após semeador – DAS.

#### 6.1.4 CONCLUSÃO

Dentre os porta-enxertos de cajueiro avaliados, o Crioulo apresentou os melhores resultados no crescimento e fotossíntese líquida.

A salinidade da água de irrigação de até 1,82 dS m<sup>-1</sup> proporciona perdas aceitáveis de 10% no crescimento e fisiologia dos porta-enxertos de cajueiro

Por apresentarem diâmetro entre 4 e 5 mm, todos os clones de cajueiro de cajueiro estão aptos para a enxertia aos 65 DAS.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-MOTOS, J., ORTUÑO, M.; BERNAL-VICENTE, A., DIAZ-VIVANCOS, P., SANCHEZ-BLANCO, M., HERNANDEZ, J. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. **Agronomy** V.7, n.18, p.1-38, 2017.
- ALVES, M. S., SOARES, T. M., SILVA, L. T., FERNANDES, J. P., OLIVEIRA, M. L. A., PAZ, VITAL P. S. 2011. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.491- 498, 2011

- ARAÚJO, L. F. de., LIMA, R. E. M., COSTA, L. de O. da., SILVEIRA, E. M. de C., BEZERRA, M. A. Alocação de íons e crescimento de plantas de cajueiro anão-precoce irrigadas com água salina no campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.18, (Suplemento), p.34–38, 2014.
- BECKER, V. I., GOESSLING, J. W., DUARTE, B., CAÑADOR, I., LIU, F., ROSENQVIST, E. E., JACOBSEN, S.-E. Combined effects of soil salinity and high temperature on photosynthesis and growth of quinoa plants (*Chenopodium quinoa*). **Functional Plant Biology**. V.44, n. s/n, p.665-678, 2017.
- BYRT, C. S., MUNNS, R., BURTON, R. A., GILLIHAM, M., WEGE, S. Root cell wall solutions for crop plants in saline soils. **Plant Science**, v.269, p.47-55, 2018.
- CHAMEKH, Z., AYADI, S., KARMOUS, C., TRIFA, Y., AMARA, H., BOUDABBOUS, K., ARAUS, J. L. 2016. Comparative effect of salinity on growth, grain yield, water use efficiency, of landraces and improved durum wheat varieties. **Plant Science**, v.251, p.44-53, 2016.
- CLAESSEN, M. E. C. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p. (Embrapa-CNPQ. Documentos, 1).
- ENGINEER, C. B., HASHIMOTO-SUGIMOTO, M., NEGI, J., ISRAELSSON-NORDSTRÖM, M., AZOULAY-SHEMER, T., RAPPEL, W. J., SCHROEDER, J. I. CO<sub>2</sub> sensing and CO<sub>2</sub> regulation of stomatal conductance: advances and open questions. **Trends in Plant Science**, v.21, n. 1, p.16-30, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: **Um sistema computacional de análise estatística**. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, L. G., MGRINI JUNIOR, E., VALENTE, J. P., TÁVORA, C., FERREIRA, C. B. Avaliação de métodos de enxertia para mangueira e cajueiro na baixada Cuiabana. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.20, n. 3, p.128-132, 2016.
- LIMA, G. S. de, NOBRE, R. G., GHEYI, H. R., SOARES, L. A. dos A., SILVA, A. O da. 2014. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Engenharia Agrícola**, v.34, n.5, p.854-866, 2014.

- 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.
- MESQUITA, V. P., SILVA FILHO, C. J., MOTA, D. L. F., SEOLATTO, A. A. **Avaliação da capacidade de adsorção de chumbo em cascas de frutas comuns no cerrado brasileiro**. XVIII Encontro Brasileiro de Engenharia Química. 2010.
- PARIHAR, P., SINGH, S., SINGH, R., SINGH, V. P., PRASAD, S. M. 2014. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, p.4056–4075, 2014.
- RAZZAGHI, F., JACOBSEN, S. E., JENSEN, C. R., ANDERSEN, M. N. Ionic and photosynthetic homeostasis in quinoa challenged by salinity and drought—mechanisms of tolerance. **Functional Plant Biology**, v.42, n. s/n, p.136-148, 2015.
- RHOADES, J. D., KANDIAH, A., MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado. Campina Grande: UFPB, p.117, 2000.
- RODRIGUES, C. R. F., SILVEIRA, J. A. G., VIÉGAS, R. A., MOURA, R. M., ARAGÃO, R. M., SILVA, P. T. Combined effects of high relative humidity and K<sup>+</sup> supply mitigates damage caused by salt stress on growth, photosynthesis and ion homeostasis in *J. curcas* plants. **Agricultural Water Management**, v.163, n. 1, p.255–262, 2016.
- SÁ, F. V. S., MESQUITA, E. F., BERTINO, A. M. P., COSTA, J. D., ARAÚJO, J. L. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Revista Irriga**, v.20, n.1, p.46-59, 2015.
- SERRANO, L. A. L., MELO, D. S., TANIGUCHI, C. A. K., VIDAL NETO, F. das C., CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n. 9, p.1237-1245, 2013.
- SOUSA, A. B. O de., BEZERRA, M. A., FARIAS, F. C., Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.

- SOUZA, L. P., NOBRE, R. G., SILVA, E. M., LIMA, G. S., PINHEIRO, F. W. A., ALMEIDA, L. L. S. Formation of “Crioula” guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.20, n. 8, p.739-745, 2016.
- SUASSUNA, C. F., FERREIRA, N. M., SÁ, F. V. da S., BERTINO, A. M. P., MESQUITA, E. F DE., PAIVA, E. P de., JESUS, E. P., BERTINO, A. M. P. 2017. Substratos e ambientes para produção de mudas de cajueiro anão precoce. **Agrarian**, v.9, n.33, p.197-209, 2017.
- VIDAL NETO, F. C., BARROS, L. M., CAVALCANTI, J. J. V., MELO, D. S. 2013. **Melhoramento genético e cultivares de cajueiro**. In: Araújo, J. P. P. (ed.). Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa, parte 7, capítulo 2, p. 481-508, 2013.
- WEHR, R., COMMANE, R., MUNGER, J. W., MCMANUS, J. B., NELSON, D. D., ZAHNISER, M. S., WOFSY, S. C. 2017. (ed.) Dynamics of canopy stomatal conductance, transpiration, and evaporation in a temperate deciduous forest, validated by carbonyl sulfide uptake. **Biogeosciences**, v.14, n. s/n, p. 389-401, 2017.
- WUNGRAMPHA, S., JOSHI, R., SINGLA-PAREEK, S.L., PAREEK, A. Photosynthesis and salinity: are these mutually exclusive. **Photosynthetica**, v.56, n. 1, p. 366-368, 2018.

## **6.2 CAPÍTULO II**

---

### **ALOCAÇÃO DE FITOMASSA E CRESCIMENTO DE CLONES DE CAJUEIRO IRRIGADOS COM ÁGUAS DE DIFERENTES SALINIDADES**

# ALOCAÇÃO DE FITOMASSA E CRESCIMENTO DE CLONES DE CAJUEIRO IRRIGADOS COM ÁGUAS DE DIFERENTES SALINIDADES

## RESUMO

A produção de porta-enxerto de cajueiro na região semiárida do nordeste brasileiro, onde as águas disponíveis para irrigação geralmente são salinas, está na dependência de clones de cajueiro adaptados as condições edafoclimáticas locais. Desse modo, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar os efeitos da irrigação com águas de salinidades crescentes sob a alocação de fitomassa e crescimento de diferentes clones de cajueiros. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal – PB, utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos consistiram em diferentes níveis de condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) associados a distintos clones de cajueiro (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo), com três repetições e duas plantas por parcela. A salinidade da água de irrigação de até 1,30 dS m<sup>-1</sup> proporciona perdas aceitáveis de 10% na alocação de fitomassa e crescimento dos clones de cajueiro. A alocação de fitomassa seca de folha e a razão de área foliar foram aumentadas pelo acréscimo de sais na água de irrigação. O porta-enxerto de cajueiro Crioulo apresenta maior acúmulo de fitomassa seca total aos 65 dias após sementeio.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L., estresse salino, porta-enxerto.

## ALLOCATION OF PHYTOMASS AND GROWTH OF CLONES OF IRRIGATED CASHEW UNDER DIFFERENT WATER SALINITY

### ABSTRACT

The production of cashew rootstocks in the semi-arid region of northeastern Brazil, where the water available for irrigation is generally saline, is dependent on clones adapted to the local edaphoclimatic conditions. Thus, the objective of this research was to evaluate the effects of irrigation with waters of different salinities on the allocation of phytomass and growth of different clones of cashew plant. The experiment was carried out in a greenhouse at the Center for Agro-Food Science and Technology of the Federal University of Campina Grande, Campus Pombal - PB, using a randomized block design in a 5 x 4 factorial scheme, in which treatments consisted of different levels irrigation water salinity - EC<sub>w</sub> (0.3, 1.0, 1.7, 2.4 and 3.1 dS m<sup>-1</sup>) associated to different cashew clones (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 and Crioulo), with three replicates and two plants per plot. Irrigation water salinity of up to 1.30 dS m<sup>-1</sup> provides acceptable losses of 10% in phytomass allocation and growth of cashew clones. Dry leaf biomass allocation and leaf aerial ratio were increased by the addition of salts in the irrigation water. The cashew rootstock Crioulo shows a higher total dry matter accumulation at 65 days after sowing.

**Key words:** *Anacardium occidentale* L.; saline stress, rootstock.

### 6.2.1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertence à família Anacardiaceae, é uma das principais fruteiras nativas de importância socioeconômica, explorada na região Nordeste do Brasil, com uma área colhida de 585.966 hectares e uma produção de 103.848 toneladas (ALMEIDA et al., 2017).

Apesar da importância, a grande variabilidade genética do cajueiro encontrada nessa região, é considerada um fator limitante da expressão do potencial produtivo da cultura. Para tentar incentivar a expansão dos pomares nessas áreas destaca-se a utilização de plantas melhoradas (cajueiro anão precoce) para substituir os pomares antigos cujas plantas foram propagadas via sementes, pois os genótipos melhorados promovem precocidade e produtividade superior as plantas convencionais, bem como, um porte reduzido, que facilita a colheita e tratos culturais. No entanto, para se obter os ganhos de produção em todo o pomar se torna indispensável a utilização da propagação assexuada de forma a manter as qualidades da planta matriz usada como enxerto e porta-enxerto (SUASSUNA et al., 2016; FERREIRA et al., 2016), neste caso, o uso de porta-enxertos adaptados as condições locais tornam-se imprescindível à exploração sustentável da cultura.

Mesmo com tamanha participação no setor agrícola nordestino, a cajucultura vem sendo reduzida no decorrer do tempo nessa região, principalmente pela diminuição da área plantada e colhida, devido ao prolongamento do período de estiagem associados a elevada taxa de evaporação que de certa forma tem interferido nos níveis de produtividade (ALENCAR et al., 2018). A irrigação é uma tecnologia fundamental para a exploração agrícola que vem com intuito de proporcionar condições ideais para as culturas expressarem seu potencial genético de produtividade (OLIVEIRA et al., 2010). Neste sentido, o uso de águas de qualidade inferior para irrigação das culturas tornou-se uma alternativa viável a fim de garantir a produção do cajueiro, visto que a disponibilidade dos recursos hídricos com boa qualidade é reduzida; no entanto, a utilização de águas com salinidades elevadas na produção agrícola está na dependência de técnicas que possibilitem o manejo da água e do solo, de forma a não comprometer as culturas e o meio ambiente (CAVALCANTE et al., 2010).

Na prática da irrigação o adequado manejo da água é de fundamental importância, pois qualquer que seja a fonte, a água de irrigação contém sais e esses podem se acumular no solo e na planta atingindo valores que podem afetar o crescimento e desenvolvimento das culturas (NAZÁRIO et al., 2010).

Desse modo, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar os efeitos da irrigação com águas de salinidades crescentes sobre a alocação de fitomassa e crescimento de diferentes porta-enxertos de cajueiros.

## **6.2.2 MATERIAL E METODOS**

A pesquisa foi conduzida no período de outubro a dezembro de 2017, em ambiente protegido (casa de vegetação), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), no município de Pombal - PB, situada a 6°47'3" S, 37°49'15" W e altitude de 144 m.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, correspondentes a cinco níveis de condutividades elétricas da água - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) e quatro clones de cajueiro (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo) com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 120 plantas.

Os níveis salinos testados foram baseados em estudos de Sousa et al. (2011), que observaram inibição acentuada no crescimento do cajueiro a partir do nível salino de 1,58 dS m<sup>-1</sup>.

O preparo das águas salinas foi realizado mediante a adição de sais de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) e de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) na água de abastecimento local (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>), na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de águas disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mg L<sup>-1</sup> = 640 x CEa) conforme Rhoades et al. (2000).

Como fator experimental foi utilizado também os clones de cajueiro onde, o clone cajueiro anão precoce Embrapa 51 foi escolhido por ser um dos mais usados como porta-enxerto por viveristas do Nordeste brasileiro e por apresentar alta taxa de germinação (SERRANO et al., 2013), o clone CCP 76 devido sua adaptabilidade a diferentes ambientes e à atratividade e qualidade do pedúnculo

(VIDAL NETO et al., 2013), o clone FAGA 11 por ser recomendado para cultivo de sequeiro no semiárido Nordeste, além de apresentar características como elevada produção, castanhas grandes e pesadas (ALMEIDA, 2002) e o material Crioulo por apresentar rápido crescimento e rápida adaptação as condições ambientais (MESQUITA et al. 2010). Todas as sementes usadas no experimento foram provenientes de uma área de exploração comercial localizada no município de Severiano Melo – RN. Já sementes do Crioulo foram provenientes de plantas vigorosas que se destacam na área devido à alta produtividade e boa qualidade das castanhas

Para a formação dos clones de cajueiro foram utilizadas sacolas de polietileno, com capacidade de 1250 mL, perfurados na base, para livre drenagem da água. O substrato usado foi composto de Neossolo Flúvico (95%) + esterco bovino curtido (5%); o solo foi coletado na camada de 0-20 cm no Lote 14, Setor I, do Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa-PB. Após o preenchimento, as sacolas foram dispostas sobre uma bancada metálica (cantoneira), a uma altura de 0,80 m do solo para facilitar o manejo e as avaliações.

As características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento (Tabela 1) foram analisadas conforme metodologias propostas por Claessen (1997) no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG/Campina Grande-PB.

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

pH		Atributos químicos								
1:2,5	CE <sub>es</sub>	P	K			Na	Ca	Mg	Al	H + Al
7,22	dS m <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							
	1,28	0,30	0,30	0,14	3,50	1,70	0	0		
		Atributos Físicos								
		Areia	Silte	Argila	DS	DP	Porosidade Total	Classe textural		
		g kg <sup>-1</sup>			kg dm <sup>-3</sup>		%	Franco- arenoso		
	767,3	161,6	71,1	1,44	2,75	47,63				

pH<sub>es</sub> = pH do extrato de saturação do substrato; CE<sub>es</sub> = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; DS- Densidade do sol; DP- Densidade de partículas.

Antes do semeio as sementes foram selecionadas conforme tamanho e sanidade, eliminando-se as que boiassem após imersão em água. A semeadura foi realizada utilizando uma semente por sacola, cujo substrato encontrava-se na capacidade de campo com água de abastecimento (CE<sub>a</sub> de 0,3 dS m<sup>-1</sup>); a semente foi inserida na posição vertical com base voltada para cima (ponto de

inserção da castanha ao pedúnculo), na profundidade de 1 cm de solo acima da castanha, conforme recomendações da EMBRAPA- CNPAT (CAVALCANTI JÚNIOR; CHAVES, 2001).

A emergência das plântulas iniciou-se aos 10 dias após o semeio (DAS), sendo a aplicação das água de irrigação com distintas salinidades iniciadas aos 25 dias após a semeio (DAS), com irrigações diárias no final da tarde de forma manual utilizando proveta graduada, sendo a lâmina aplicada estimada pelo processo de lisimetria de drenagem (utilizando 20 sacolas aleatórias que eram usadas para esse cálculo; abaixo delas tinha um coletor para determinar a drenagem), pela diferença entre o volume aplicado e o drenado da irrigação anterior (SOUZA et al., 2016). Com o propósito de reduzir o acúmulo de sais no solo foi aplicado fração de lixiviação de 0,15 em intervalo de 10 dias.

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

Avaliaram-se os efeitos dos distintos tratamentos através da alocação de fitomassa seca de folha (AFSF), caule (AFSC) e raiz (AFSR); taxa de assimilação líquida (TAL), aérea foliar específica (AFE), razão de aérea foliar (RAF), fitomassa seca de raiz (FSR) e total (FST) dos clones de cajueiro, aos 65 dias após o semeio (DAS) considerado como tempo médio necessário para as plantas apresentarem-se aptas a enxertia (SERRANO et al., 2013).

Determinaram-se a alocação de fitomassa nos diferentes órgãos (folhas, caule e raiz) conforme Benincasa (2003) equação 1.

$$\text{Alocação de fitomassa órgão} = (\text{MSórgão} / \text{MStotal}) \times 100 \quad (1)$$

A taxa de assimilação líquida (TAL) foi obtida conforme metodologia descrita por Lucches, (1984) através da equação 2;

$$\text{TAL} = \frac{(P2 - P1)}{(A2 - A1)} * \frac{(\log e A2 - \log e A1)}{(T2 - T1)} \quad (2)$$

Em que: P2= Fitomassa seca total do vegetal colhido na segunda amostragem; P1 = Fitomassa seca total do vegetal coletado na primeira amostragem; Log e » logaritmo neperiano (Log e = logaritmo decimal multiplicado por 2,30258); A2 = área foliar no tempo T2; A1 = área foliar no tempo T1; T2 e T1 = dias da segunda e primeira amostragens, respectivamente (número de dias decorridos entre as duas amostragens).

A área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) foram mensuradas de acordo com Benincasa (2003), conforme a equação 3 e 4:

$$AFE = \frac{AF}{FSF} \quad (3)$$

Em que: AFE ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) = área foliar específica, em  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ; AF = área foliar, em  $\text{cm}^2$ ; FSF = fitomassa seca da folha, em g.

$$RAF = \frac{AF}{FSPA} \quad (4)$$

Em que: RAF ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) = AF: área foliar ( $\text{cm}^2$ ), FSPA= fitomassa seca da parte aérea (g),

Para a determinação da produção de fitomassa seca as plantas foram cortadas rentes ao solo, em seguida, realizou-se a limpeza das raízes para eliminar o solo aderido e dividiu-se cada estrutura da planta em folha, caule e raiz, posteriormente, o material foi acondicionado em sacos de papel previamente identificados e levados ao laboratório e colocadas em estufa de circulação de ar à  $65^\circ\text{C}$  até obtenção do peso constante para determinação da fitomassa seca de raiz (FSR) e seca total (FST).

As distintas variáveis foram avaliadas mediante análise de variância, pelo teste F (0,01 e 0,05 de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator salinidade da água e, teste de média (Tukey) para comparar os diferentes clones de cajueiro, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 6.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resumo da análise de variância (Tabela 2) observa-se que houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) isolado dos níveis salino da água de irrigação e dos clones de cajueiro sobre alocação de fitomassa seca de folha, caule e raiz. A interação entre os fatores salinidade da água de irrigação x clones de cajueiro não foi significativa ( $p > 0,05$ ).

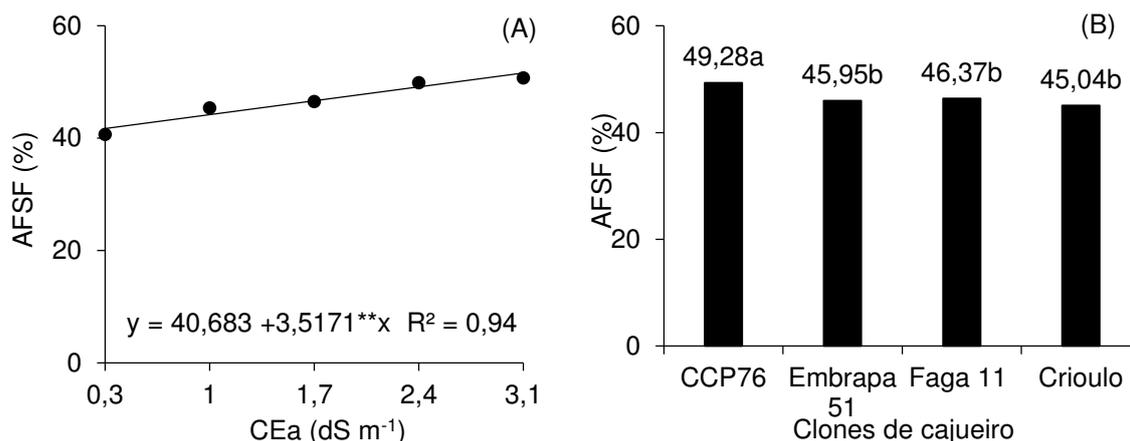
Tabela 2: Resumo da análise de variância para alocação de fitomassa seca de folha (AFSF), caule (AFSC) e raiz (AFSR) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas de salinidade crescente, aos 65 dias após o semeio (DAS).

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		AFSF	AFSC	AFSR
Níveis salinos (NS)	4	193,32**	48,61**	59,33**
Reg. Linear	1	727,22**	106,10**	219,32**
Reg. Quadrática	1	25,12ns	13,66ns	3,30ns
Clones de cajueiro (C)	3	50,47**	215,96**	89,22**
Interação (NS x C)	12	68,65ns	55,60ns	29,69ns
Bloco	2	1,65ns	0,45ns	7,68ns
CV (%)		4,23	7,50	10,10

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

De acordo com a equação de regressão (Figura 1A) verifica-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação causou efeito linear crescente sobre a AFSF aos 65 DAS, com ganhos de 24,20% nas plantas que receberam CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> em relação às plantas submetidas a CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Este resultado pode ser em função da menor atividade do floema na planta em condições de acúmulo de sais, provavelmente pela ocorrência de um menor aporte de potássio, reduzindo o carregamento de açúcares até os tecidos do coletor (raízes), e assim, ocorrendo uma diminuição no acúmulo de fotoassimilados em outros órgãos da planta (DREYER et al., 2017), como é observado nas figuras seguintes.

Para a alocação de fitomassa seca de folha (Figura 1B), as plantas de cajueiro CCP 76 mostraram superioridade em relação aos demais clones, apresentando valores superiores de 2,91; 3,33 e 4,24% quando comparado aos porta-enxertos Faga 11, Embrapa 51 e o Crioulo, respectivamente. Situação essa interessante, pois neste caso, ocorre um maior investimento da planta para o desenvolvimento dos órgãos de assimilação CO<sub>2</sub>, o que pode elevar a taxa fotossintética destas plantas de cajueiro.



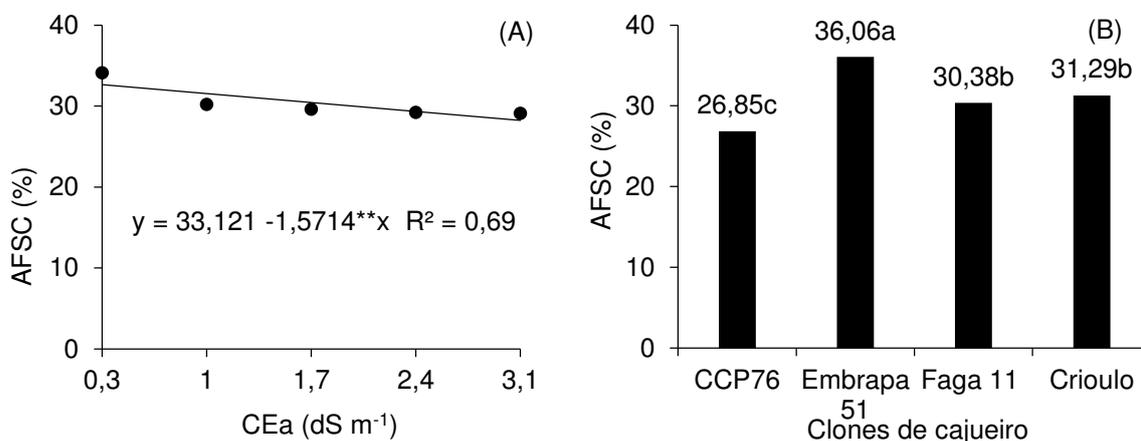
Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 1: Alocação de fitomassa seca de folha - AFSF em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.

Conforme resultados da análise de variância constata-se (Tabela 2) que as alocações de fitomassas secas do caule e raiz aos 65 DAS foram significativamente ( $p < 0,01$ ) afetadas em função do aumento da salinidade da água de irrigação e a partir dos modelos de regressão (Figura 2A e 3A) verifica-se que os dados de AFSC e AFSR apresentaram efeito linear e decrescente indicando perdas de 4,74 e 7,84%, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Ao comparar as plantas submetidas às águas de maior nível salino (3,1 dS m<sup>-1</sup>) em relação as plantas cultivadas sob irrigação com águas de nível salino iguais a 0,3 dS m<sup>-1</sup>, verifica-se que houve redução de 13,28% (AFSC) e de 21,96% (AFSR), sendo as raízes mais afetadas pelo aumento da salinidade devido estar em contato direto com os sais na solução do solo. A diminuição do potencial osmótico do meio atua de forma negativa sobre o processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular e, conseqüentemente redução no crescimento e desenvolvimento das plantas (TRAVASSOS et al., 2011).

A redução na alocação de fitomassa pode estar relacionada tanto com o componente osmótico como ao iônico, ambas indissociáveis no estresse salino podendo provocar o fechamento dos estômatos, reduz a assimilação do CO<sub>2</sub> e a taxa fotossintética afetando diretamente a produção de fitomassa (SILVA et al., 2013). Conforme Aragão et al. (2009), decréscimos na alocação de fitomassa

são ocasionados pela diminuição da fotossíntese, bem como do redirecionamento da energia que seria utilizada para o crescimento, para outras atividades metabólicas relacionadas com a adaptação a salinidade, como por exemplo, a manutenção da estabilidade das membranas, produção de solutos orgânicos e controle no transporte e distribuição dos íons (ARAÚJO et al., 2017).



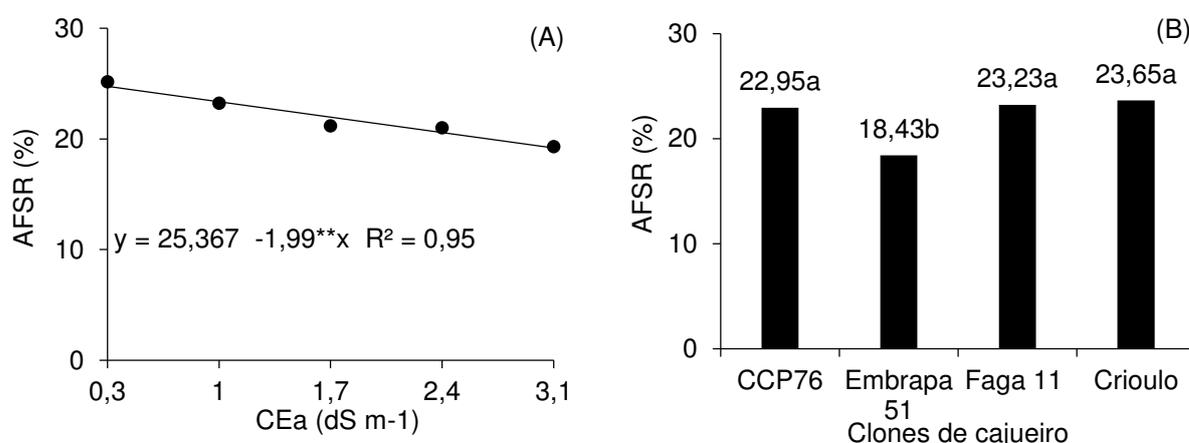
Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 2: Alocação de fitomassa seca do caule - AFSC em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.

Em relação a Alocação de fitomassa seca do caule não foi observada diferença significativa entre os clones Crioulo e Faga 11 (Figura 2 B); já o clone Embrapa 51 proporcionou maior valor de AFSC, sendo 25,54% superior quando comparado com as plantas de CCP 76. Essa maior sensibilidade do clone de cajueiro CCP 76 em acumulação de fitomassa seca do caule pode ser uma tentativa de ajustamento às condições adversas do estresse (salino e/ou hídrico), incluindo modificações no balanço iônico, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, eficiência fotossintética e alocação de carbono (PINHEIRO et al., 2018). Esta redução da alocação fitomassa seca da raiz foi influenciada pelo aumento da CEa pode ser comprovada pela relação fitomassa seca da raiz/FSPA, pois as plantas irrigadas com água de CE de 3,1 dS m<sup>-1</sup> apresentaram menor acúmulo de FSR do que a FSPA. O excesso de sais na zona radicular tem, em geral, um efeito deletério no crescimento das plantas, que se manifesta por uma redução na taxa de transpiração e de crescimento. Provavelmente o excesso de sais reduziu o desenvolvimento da planta, devido

ao aumento de energia que precisa ser desprendida para absorver água do solo (MEDEIROS et al., 2007).

Conforme pode ser constatado na Figura 3B as plantas de cajueiro Crioulo apesar de não diferirem dos clones Faga 11 e CCP 76, apresentou maior alocação de fitomassa seca de raiz, já os menores resultados são observados para o clone de cajueiro Embrapa 51 (18,43%). Fato esse que mostra um menor desprendimento de energia para o desenvolvimento do sistema radicular, o que resulta em uma redução na absorção de nutrientes, por diminuir a área de interceptação de nutrientes pela raiz (JIN et al., 2017).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 3: Alocação de fitomassa seca de raiz - AFSR em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semente – DAS.

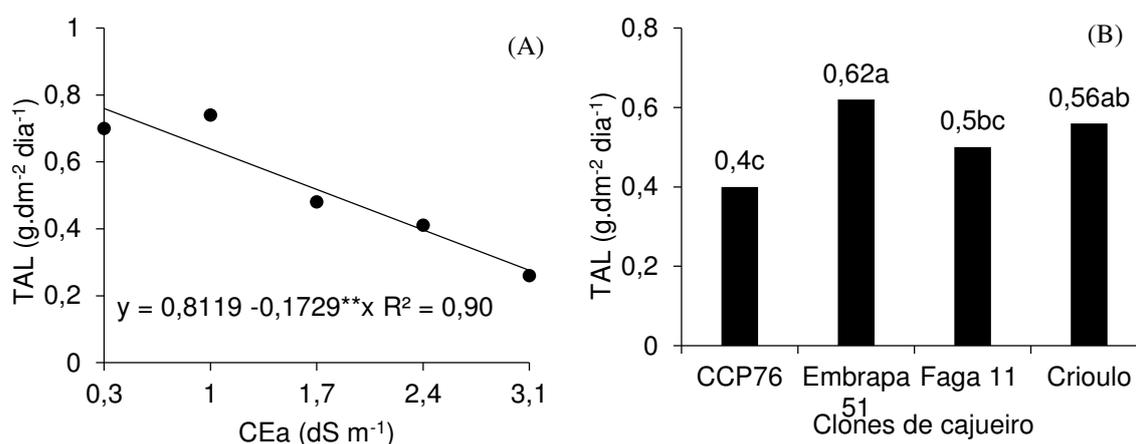
Houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) da interação entre os fatores (salinidade da água de irrigação e de diferentes clones de cajueiro) sobre a fitomassa seca de raiz (FSR) (Tabela 3). Para as variáveis taxa de assimilação líquida, razão de aérea foliar (RAF) e fitomassa seca total (FST) aos 65 DAS; nota-se efeito de forma isolada da salinidade da água de irrigação e de diferentes clones de cajueiro e para área foliar específica houve efeitos significativo ( $p < 0,01$ ) apenas para diferentes clones.

Tabela 3: Resumo da análise de variância para taxa de assimilação líquida (TAL), aérea foliar específica (AFE), razão de aérea foliar (RAF), fitomassa seca de raiz (FSR) e seca total (FST) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas de salinidade crescentes, aos 65 dias após o semeio (DAS).

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		TAL g.dm <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup>	AFE cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	RAF cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	FSR g	FST g
Níveis salinos (NS)	4	0,48**	1226,65ns	1253,48**	1,29**	11,91**
Reg. Linear	1	1,76**	2191,67ns	4798,17**	5,08**	47,08**
Reg. Quadrática	1	0,03ns	925,65ns	11,36ns	0,03ns	0,002ns
Clones de cajueiro (C)	3	0,13**	3152,33**	582,86**	0,59**	7,41**
Interação (NS x C)	12	0,26ns	3545,61ns	643,28ns	0,14**	1,62ns
Bloco	2	0,004ns	366,81ns	92,53ns	0,01ns	0,02ns
CV (%)		22,59	13,27	12,84	12,86	6,68

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

Verifica-se (Figura 4A) que com a aplicação dos níveis salinos sobre a taxa de assimilação líquida as plantas tiveram decréscimos de 21,29% por aumento unitário da CEa, ou seja, quando as plantas foram irrigadas com a CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> a TAL decresceu de 0,48 g dm<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (59,62%), em comparação aos que estavam sob água de abastecimento (0,3 dS m<sup>-1</sup>) aos 65 DAS. Bezerra et al. (2016), testando níveis de salinidade da água de irrigação (0,5 a 5,5 dS m<sup>-1</sup>), em porta-enxertos de cajueiro, não verificaram efeito significativo da CEa sobre TAL 40 DAS.

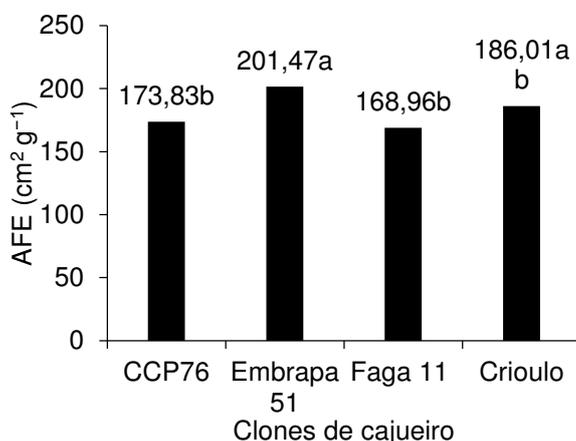


Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 4: Taxa de assimilação líquida – TAL em função dos distintos níveis de salinidade de - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após o semeio – DAS.

O melhor resultado para a variável taxa de assimilação líquida entre os clones de cajueiro avaliados (Figura 4B) se deu para o clone Embrapa 51, apresentando um valor  $0,12 \text{ g.dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  superior ao clone Faga 11 e  $0,22 \text{ g.dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  ao CCP 76, entretanto não apresentou diferença significativa entre o Embrapa 51 e o Crioulo. Situação essa que mostra um melhor aproveitamento da área foliar fotossinteticamente ativa da planta, reduzindo gastos de energia com a expansão foliar, a qual é convertida para a atividade bioquímica da planta, melhorando a absorção de nutrientes (TAIZ et al., 2017).

A área foliar específica foi maior também para o clone Embrapa 51, porém não apresentou diferença significativa quando comparado com o Crioulo (Figura 5). Verifica-se ainda, que o clone Embrapa 51 apresenta valores superiores em 13,71% para o CCP 76 e de 16,13% para o Faga 11 (Figura 5).

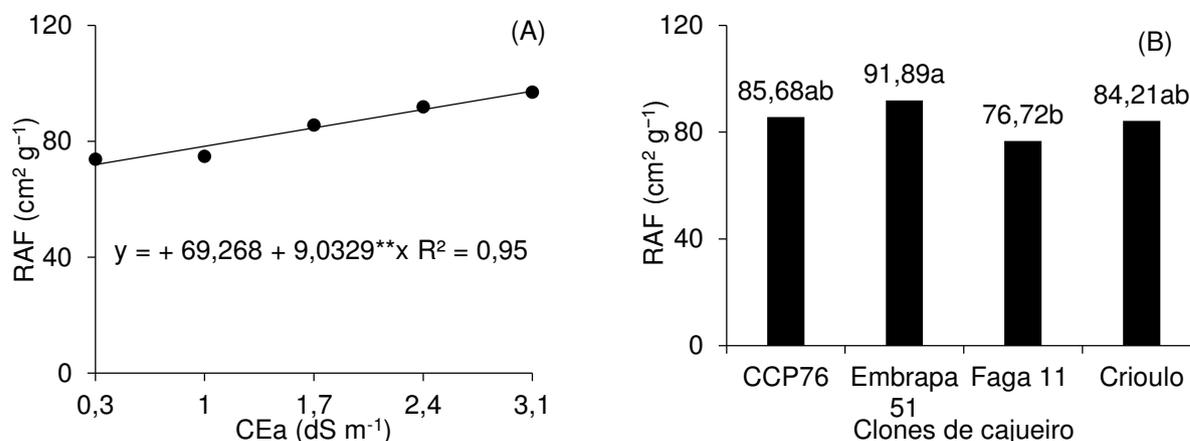


Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

**Figura 5:** Área foliar específica AFE em função de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeio – DAS.

O incremento na salinidade da água de irrigação causou efeito linear crescente de 13,04% por aumento unitário na CEa sobre a RAF aos 65 DAS (Figura 6A). As plantas irrigadas com água de CEa de  $3,1 \text{ dS m}^{-1}$  apresentaram ganhos na RAF de  $25,29 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$  (36,51%) em relação as plantas irrigadas com água de abastecimento local ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) dando uma ideia de área foliar útil disponível para realizar fotossíntese em condições de estresse salino. Carneiro et. al. (2004), verificaram aumento da razão de área foliar com o incremento da salinidade em porta-enxertos de cajueiro anão precoce, onde esses mesmos autores atribuem tal consequência ao incremento da salinidade afetando mais severamente a produção de massa seca total. A RAF é um indicador da

dimensão relativa da assimilação do aparato fotossintético, que, de acordo com este conceito, uma proporção maior do produto fotoassimilado foi utilizada na formação do aparelho fotossintético com o aumento da salinidade, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 6: Razão de área foliar – RAF em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeadura – DAS.

Nota-se para os diferentes clones (Figura 6B) que não houve diferença significativa para RAF entre os clones Embrapa 51, CCP 76 e o Crioulo (Figura 6B). Entretanto observa-se uma superioridade entre o Embrapa 51 e o Faga 11 de 16,50%, aos 65 DAS. Resultados estes que demonstram uma maior eficiência do fotossistema do clone de cajueiro Faga 11, por necessitar de uma menor área foliar para a ocorrência da fixação de carbono, provavelmente por apresentar teores mais elevados de clorofila a, que resulta em uma maior atividade da fase fotoquímica da fotossíntese e assim intensifica a atividade fotossintética e a assimilação de CO<sub>2</sub> pela planta (OLIOSI et al., 2017).

Observa-se (Figura 7) conforme equações de regressão, que os diferentes clones de cajueiro CCP 76, Embrapa 51, Crioulo e Faga 11 sofreram reduções lineares na produção de fitomassa seca de raiz com o aumento da condutividade da água de irrigação, onde as plantas que receberam a maior CEa (3,1 dS m⁻¹) sofreram decréscimos de 0,72; 1,19; 1,08 e 0,41 g por planta nos clones de cajueiro CCP 76, Embrapa 51, Crioulo e Faga 11 quando comparadas com as plantas que receberam a menor salinidade (0,3 dS m⁻¹), nota-se entretanto uma

maior redução na produção de FSR do clone Embrapa 51 pode ser em função de maior sensibilidade deste material ao acúmulo de sais próximo a raiz refletindo o custo metabólico de energia maior, reduzindo o acúmulo de biomassa (TRAVASSOS et al., 2011).

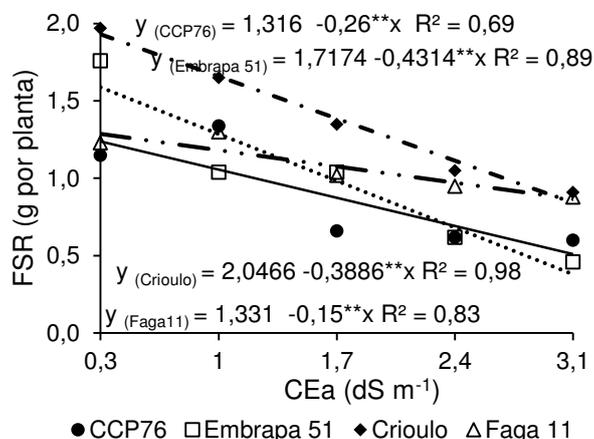
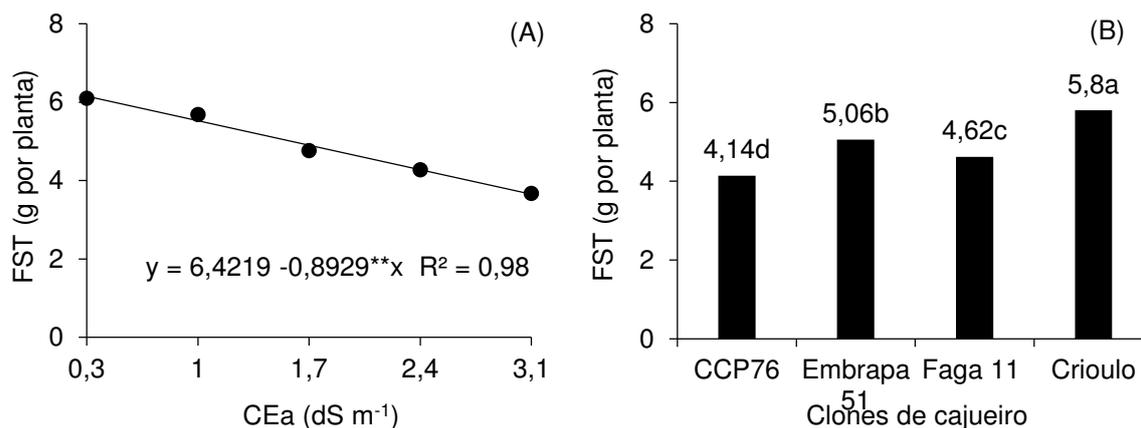


Figura 7: Fitomassa seca de raiz - FSR em função da interação entre distintos níveis de salinidade de água de CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semeadura – DAS.

A elevação dos sais na água de irrigação afetou negativamente o acúmulo de FSR e através da equação de regressão (Figura 8A), nota-se efeito linear e decrescente, proporcionando uma diminuição na FSR de 13,90% por aumento unitário da CEa, portanto, as plantas irrigadas com CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> tiveram decréscimo de 2,49 g (38,93%) quando comparadas com as irrigadas com o menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Sendo observado uma redução de 10% na FSR quando irrigou-se com CEa de 0,93 dS m<sup>-1</sup>. Souza et al. (2016) observaram redução na acumulação de fitomassa de porta-enxerto de goiabeira “Crioula” sob estresse salino, esta diminuição pode estar associada a abscisão foliar e redução da área foliar, em função da senescência precoce causada pela ação tóxica do excesso de sais na água de irrigação, fato comprovado no presente trabalho.



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 8: Fitomassa seca de Total - FST em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.

A produção de fitomassa seca total do porta-enxerto Crioulo (Figura 8B), foi superior quando comparado com os demais clones de cajueiro. Observando-se que o porta-enxerto Crioulo apresentou superioridade em FST em relação as plantas de cajueiro Embrapa 51 (0,74 g por planta), do Faga 11 (1,18 g por planta) e do CCP 76 (1,66 g por planta). Situação essa que pode estar associada a melhor adaptação do cajueiro Crioulo as condições ambientes presentes na pesquisa, provavelmente pela elevada variabilidade genética presente nesse material, o que contribuiu para o aumento da atividade fotossintética e, conseqüente, fixação de carbono (SILVA et al., 2016).

#### 6.2.4 CONCLUSÃO

A salinidade da água de irrigação de até 1,30 dS m<sup>-1</sup> proporciona perdas aceitáveis de 10% na alocação de fitomassa e crescimento dos clones de cajueiro.

A alocação de fitomassa seca de folha e a razão de aérea foliar foram aumentadas pelo acréscimo de sais na água de irrigação.

O porta-enxerto de cajueiro Crioulo apresenta maior acúmulo de fitomassa seca total aos 65 dias após semeio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, N.S., GONÇALVES, J. F., OLIVEIRA, E. A. F de., LUCENA, T. C de., SOUSA, R. M de. Produção da castanha de caju nas microrregiões do Ceará no período de 1993 a 2016. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 4, n. 1, p. 103-116, 2018.
- ALMEIDA, F. A. G., Sucesso do cajueiro anão: clones de castanhas grandes e pesadas geneticamente desenvolvido para a indústria. In: Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria, 9. 2002, Fortaleza. *Anais...*, Fortaleza: Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria.
- ALMEIDA, L. H. F.; CORDEIRO, S. A.; PEREIRA, R. S.; COUTO, L. C.; DE LACERDA, K.W. de S. Viabilidade econômica da produção de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Nativa**, v. 5, p. 09-15, 2017.
- ARAÚJO, R. P. S de.; SILVA, E. C. A da.; SANTOS, C. A dos.; Pacheco, C. M.; Nogueira, R. J. M. C. Influência da salinidade no crescimento inicial de mudas de *Jatropha curcas* L. **Revista Agrotecnologia**, v.8, n.1, p.55-62, 2017.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas, noções básicas. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G.; GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P D. Índices fisiológicos e de crescimento de porta-enxertos de cajueiro anão- precoce sob estresse salino. **Revista Espacios**, v 38, n. 2. p. 4. 2017.
- CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; VIANA, S. B. A. Salt tolerance of precocious-dwarf cashew rootstocks – physiological and growth indexes. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 1, p. 9-16, 2004.
- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE I. H. L. DIAS, T. J.; Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281- 1290, 2010.
- CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. Produção de mudas de cajueiro. **Embrapa Agroindústria Tropical**, v.43, n.3, p. 42, 2001.
- 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).

- DREYER, I., GOMEZ-PORRAS, JL, RIEDELSBERGER, J. The potassium battery: a mobile energy source for transport processes in plant vascular tissues. **New Phytologist**, v. 216, n. 4, p. 1049-1053, 2017.
- FERREIRA, L. G.; NEGRINI JUNIOR, E.; VALENTE, J. P.; TÁVORA, C.; FERREIRA, C. B. Avaliação de métodos de exertia para mangueira e cajueiro na baixada Cuiabana. **Ensaio e Ciência: Ciência Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 20, n. 3, p. 128-132, 2016.
- JIN, K.; WHITE, P. J.; WHALLEY, W. R.; SHEN, J.; SHI, L. Shaping an optimal soil by root–soil interaction. **Trends in Plant Science**, v. 22, n. 10, p. 823-829, 2017.
- LUCCHESI, A. A. **Utilização prática da análise de crescimento vegetal**. Anais da E. S. A. “Luiz de Queiroz”. v. 41, n. s/n, p. 189-190, 1984.
- 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.
- MEDEIROS, J. F de.; SILVA, M. C. de C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. de Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.248–255, 2007.
- MESQUITA, V. P., SILVA FILHO, C. J. S.; MOTA, D. L. F.; SEOLATTO, A. A. Avaliação da capacidade de adsorção de chumbo em cascas de frutas comuns no cerrado brasileiro. Encontro Brasileiro de Engenharia Química, 18. 2010
- NAZÁRIO, A. A.; GARCIA, G DE. O.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C., ARAUJO, G. L. Crescimento do cafeeiro conilon irrigado com água salina. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 178 -195, 2010.
- OLIOSI, G., RODRIGUES, J. D. O., FALQUETO, A. R., PIRES, F. R., MONTE, J. A., PARTELLI, F. L. Fluorescência transiente da clorofila a e crescimento vegetativo em cafeeiro Conilon sob diferentes fontes nitrogenadas. **Coffee Science**, v. 12, n. 2, p. 248 - 259, 2017.
- OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, F. R. A. de; CAMPOS, M. de. S.; OLIVEIRA, M. K. T. de; MEDEIROS, J. F. de; SILVA, O. M. dos. P. da. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira Ciência Agrária**, v.5, n.4, p.479-484, 2010.

- PINHEIRO, F. W. A.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. de P.; ALMEIDA, L. L. de S.; MELO, E. N de.; BONIFÁCIO, B. F. Crescimento de mudas de aceroleira “CMI 102” irrigadas com águas salinizadas e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.3, p. 2632 - 2643, 2018.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000, 117 p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado.
- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, F. das C. CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.9, p.1237-1245, 2013.
- SILVA, L. P., RAMOS, M. L. G., CRUZ, A. F., JUNIOR, W. Q. R., RODRIGUES, G., DE OLIVEIRA, S. A., CALBO, M. E. Fotossíntese em diferentes genótipos de feijoeiro. **Revista Agroecossistemas**, v. 8, n. 1, p. 20-40, 2016.
- SILVA, S. S da.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. de. NOBRE, R. G.; GHEYI. H. R. Alocação de fitomassa pela mamoneira sob estresse salino e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 182-187, 2013.
- SOUZA, A. B. O de.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.
- SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M de; LIMA, G. S de; PINHEIRO; F. W. A.; ALMEIDA; L. L. de S.; Formation of ‘Crioula’ guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 8, p.739-745, 2016.
- SOUZA, L. P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; LIMA, G. L.; PINHEIRO, F. W. A.; ALMEIDA, L. L. S Formation of ‘Crioula’ guava rootstockunder saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 20, n. 8, p. 739 - 745, 2016.
- SUASSUNA, C. F., FERREIRA, N. M.; SÁ, F. V. da S.; BERTINO, A. M. P., MESQUITA, E. F de.; PAIVA, E. P de.; BERTINO, A. M. P. Substratos e ambientes para produção de mudas de cajueiro anão precoce. **Agrarian**, v. 9, n. 33, p. 197-209, 2016.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.
- TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; NOBRE, R. G. Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, nº. 2, p.123–133, 2011.
- VIDAL NETO, F. C., BARROS, L. M., CAVALCANTI, J. J. V., MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa, 481-508, 2013.

### **6.3 CAPÍTULO III**

---

#### **FITOMASSAS, QUALIDADE E TOLERÂNCIA DE DIFERENTES PORTA - ENXERTOS DE CAJUEIRO SOB ESTRESSE SALINO HÍDRICO**

## **FITOMASSAS, QUALIDADE E TOLERÂNCIA DE DIFERENTES PORTA - ENXERTOS DE CAJUEIRO SOB ESTRESSE SALINO HÍDRICO**

### **RESUMO**

O desenvolvimento da agricultura na região do nordeste brasileiro onde as chuvas são escassas e as águas apresentam elevadas concentrações de sais, faz-se necessário o uso de genótipos tolerantes à salinidade que possibilitem seu uso na agricultura. Desse modo, objetivou-se com o trabalho avaliar a produção de fitomassa, índices de qualidade e de tolerância de diferentes porta-enxertos de cajueiro associados a distintos níveis de salinidade da água de irrigação (CEa). O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal – PB. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos consistiram em cinco níveis de CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro clones de cajueiro destinados a produção de porta-enxertos (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo), com três repetições e duas plantas por parcela. A salinidade da água de irrigação de até 1,43 dS m<sup>-1</sup> proporciona perdas de até 10% na produção de fitomassa seca e nos índices de qualidade dos porta-enxertos de cajueiro. O porta-enxerto de cajueiro Crioulo apresenta os melhores resultados no acúmulo de fitomassa e índices de tolerância aos 65 dias após semeio. Não foi observada interação significativa entre os fatores salinidades da água de irrigação e porta-enxertos de cajueiro, sobre as variáveis estudadas.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L., salinidade da água, porta-enxerto.

## **PHYTOMASSES, QUALITY AND TOLERANCE OF DIFFERENT CASHEW ROOTSTOCK SEEDLINGS UNDER STRESS HYDRIC SALINE**

### **ABSTRACT**

The development of agriculture in the northeastern Brazilian region where rainfall is scarce and the water has high concentrations of salts, it is necessary the use of salinity tolerant genotypes that allow its use in agriculture. The objective of this work was to evaluate the phytomass production, quality and tolerance indexes of different cashew rootstocks associated with different levels of irrigation water salinity (CEa). The experiment was carried out in a greenhouse at the Agro - Food Sciences and Technology Center of the Federal University of Campina Grande, Campus Pombal - PB. The experimental design was a randomized block design, in a 5 x 4 factorial scheme, which treatments consisted of five levels of CEa (0.3, 1.0, 1.7, 2.4 and 3.1 dS m<sup>-1</sup> ) with four cashew clones destined to the production of rootstocks (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 and Crioulo), with three replicates and two plants per plot. The salinity of irrigation water up to 1.43 dS m<sup>-1</sup> provides losses of up to 10% in dry biomass production and cashew rootstock quality indexes. The cashew rootstock Crioulo shows the best results in the phytomass accumulation and tolerance indices at 65 days after sowing. There was no significant interaction between salinity factors of irrigation water and cashew rootstocks on the variables studied.

Key words: *Anacardium occidentale* L., water salinity, rootstock

### 6.3.1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma das espécies de maior destaque, entre as frutíferas cultivadas no Nordeste brasileiro, sendo responsável pela geração de emprego, em decorrência dos produtos industrializados oriundos do seu fruto e pseudofruto, principalmente para os Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte que possuem uma área plantada de 522.478 hectares, representando 92,60% da área cultivada no País (IBGE, 2018).

A escassez hídrica no semiárido nordestino afeta gravemente a população ocasionando grandes perdas sociais e econômicas, refletidas na diminuição da capacidade produtiva das áreas agrícolas acentuando o desemprego, reduzindo a concentração de renda e aumentando o empobrecimento de um contingente significativo da população (ALVES et al., 2011). Desta forma, a prática da irrigação torna-se imprescindível para se garantir a produção agrícola com segurança e, nesta perspectiva, deve-se, também, ressaltar o fato de que a qualidade da água para irrigação nesta região apresenta grande variabilidade, tanto em termos geográficos como ao longo do ano (PINHEIRO et al., 2018).

Além disto, o excesso de sais presentes nas águas do semiárido nordestino, em sua maioria, promovem alterações fisiológicas e bioquímicas nas plantas, distúrbios das relações hídricas pelo efeito osmótico, diminuição na absorção e utilização de nutrientes essenciais. Além do acúmulo de íons tóxicos, resultando na redução de fitomassa nas plantas e diminuição na qualidade das mudas, como no caso do cajueiro (FATIMA et al., 2018). Entretanto, a resposta das plantas à salinidade é complexa e de difícil compreensão por envolverem vários genes e diversos mecanismos fisiológicos e bioquímicos (GOMES FILHO et al., 2010).

Desta forma, torna-se um desafio selecionar clones genéticos que possuam produção satisfatória, quando irrigados com águas com maiores teores de sais, se utilizando da capacidade de adaptação ao estresse salino. Para tanto, se faz conveniente à seleção de genótipos tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente viáveis sob tais condições, sobretudo em regiões onde a salinidade da água de irrigação e do solo possuem níveis elevados.

Tais benefícios já foram observados por Brito et al. (2014) em genótipos de citros (*Citrus* spp), Benitez et al. (2010) em arroz (*Oryza sativa* L), Wiladino et al.

(2011) em bananeira (*Musa spp.*). No entanto, para o cajueiro a quantidade de trabalhos comparando o comportamento de genótipos submetidos a salinidade são escassos para seleção de um material adequado para a produção de porta-enxertos (CARNEIRO et al., 2002; PONTES et al., 2011)

Desse modo, objetivou-se com o trabalho avaliar a produção de fitomassa, índices de qualidade e de tolerância de diferentes porta-enxertos de cajueiro associados a distintos níveis de salinidade da água de irrigação.

### **6.3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida entre outubro e dezembro de 2017, em ambiente protegido (casa de vegetação), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), Pombal - PB, em coordenadas geográficas de 6°47'3" S, 37°49'15" W e altitude de 144 m.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 4, correspondentes a cinco níveis de condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro clones de cajueiro destinados a produção de porta-enxertos (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo), com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 120 unidades experimentais.

Os níveis salinos testados foram baseados em estudos de Sousa et al. (2011), que observaram inibição acentuada no crescimento do cajueiro a partir do nível salino na água de 1,58 dS m<sup>-1</sup>.

O preparo das águas salinas dos níveis de CEa de 1,0 a 3,1 dS m<sup>-1</sup> foi realizado mediante a adição de sais de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) e de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) na água de abastecimento local (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>), na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de águas disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mg L<sup>-1</sup> = 640 x CEa) conforme Rhoades et al. (2000).

O clone cajueiro anão precoce Embrapa 51 foi escolhido por ser um dos mais usados como porta-enxerto no Nordeste brasileiro e por apresentar alta taxa de germinação (SERRANO et al., 2013). O clone CCP 76 devido sua adaptabilidade a diferentes ambientes e à atratividade e qualidade do pedúnculo

(VIDAL NETO et al., 2013). O clone FAGA 11 por ser recomendado para cultivo de sequeiro no semiárido Nordeste, além de apresentar características como elevada produção, castanhas grandes e pesadas (ALMEIDA, 2002) e o material Crioulo por apresentar rápido crescimento e rápida adaptação as condições ambientais (MESQUITA et al. 2010). As sementes dos clones com exceção de Crioulo foram provenientes de uma área de exploração comercial localizada no município de Severiano Melo – RN. As sementes do genótipo Crioulo foram obtidas de plantas vigorosas que se destacavam pela alta produtividade e boa qualidade das castanhas, em propriedades do mesmo município.

A semeadura foi realizada em sacolas de polietileno, com capacidade volumétrica de 1250 mL, perfuradas na base, para livre drenagem da água, preenchidas com substrato composto de Neossolo Flúvico (95%) + esterco bovino curtido (5%); o solo do substrato foi coletado na camada de 0-20 cm no Lote 14, Setor I, do Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa-PB. Após o preenchimento, as sacolas foram dispostas sobre uma bancada metálica (cantoneira), a uma altura de 0,80 m do solo para facilitar o manejo e as avaliações.

As características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento (Tabela 1) foram analisadas conforme metodologias propostas por Claessen (1997) no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG/Campina Grande-PB.

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

		Atributos químicos						
pH	CE <sub>es</sub>	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
1:2,5	dS m <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					
7,22	1,28	0,30	0,30	0,14	3,50	1,70	0	0
		Atributos Físicos						
		Areia	Silte	Argila	DS	DP	Porosidade Total	Classe textural
		g kg <sup>-1</sup>			kg dm <sup>-3</sup>		%	Franco- arenoso
		767,3	161,6	71,1	1,44	2,75	47,63	

pH = pH do substrato suspensão 1:2,5 solo:água; CE<sub>es</sub> = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; Ds- Densidade do solo; Dp- Densidade de partículas.

Antes do semeio as sementes foram selecionadas conforme tamanho e sanidade, eliminando-se as que boiassem após imersão em água. A semeadura foi realizada utilizando uma semente por sacola, após elevar a umidade do substrato à capacidade de campo com água de abastecimento (CEa de 0,3 dS

m<sup>-1</sup>); a semente foi inserida na posição vertical com a base voltada para cima (ponto de inserção da castanha ao pedúnculo), na profundidade de 1 cm de substrato, conforme recomendações da EMBRAPA-CNPAT (CAVALCANTI JÚNIOR; CHAVES, 2001).

A emergência das plântulas iniciou-se aos 10 dias após o semeio (DAS), sendo a aplicação das águas de irrigação conforme tratamentos de salinidade iniciada aos 25 dias após a semeio (DAS), com irrigações feitas diariamente no final da tarde durante a condução do experimento, realizadas de forma manual utilizando proveta graduada. A lâmina de irrigação foi estimada pelo princípio da lisimetria de drenagem (utilizando 20 sacolas aleatórias que eram usadas para esse cálculo; abaixo delas havia um coletor para determinar a drenagem), pela diferença entre o volume aplicado na irrigação e o drenado (SOUZA et al., 2016). Com o propósito de reduzir o acúmulo de sais no solo foi aplicado uma fração de lixiviação de 0,15 em intervalo de 10 dias.

Foram realizados durante a condução do experimento a eliminação manual de plantas espontâneas e escarificação superficial do substrato para remoção de camadas compactadas.

Avaliaram-se os efeitos dos distintos níveis de salinidade da água de irrigação sobre os clones de cajueiro através da fitomassa seca de folha (FSF), caule (FSC), parte aérea (FSPA), relação raiz/parte aérea R/FSPA, Índice de tolerância (IT), suculência foliar (SUC), teor de água na parte aérea (TAP) e índice de tolerância de Dickson (IQD) de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após o semeio (DAS). As fitomassas seca, índice de tolerância à salinidade e o índice de qualidade de Dickson foram avaliados aos 65 DAS.

Para determinação do acúmulo de fitomassas seca, a haste de cada planta foi cortada rente ao solo e, em seguida, foram separadas as distintas partes (caule, folha e raiz), e acondicionadas separadamente em sacos de papel devidamente identificados e postos para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até obtenção de peso constante das fitomassas seca das folhas (FSF), de caule (FSC), da parte aérea (FSPA) e, posteriormente determinação da relação raiz/parte aérea R/FSPA.

Com os dados de produção de massa seca total, foram calculadas o índice de tolerância à salinidade, comparando-se os dados dos tratamentos salinos

com os do controle ( $CEa = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), usando-se a equação: de Araújo et al (2016):

$$\text{Índice de tolerância (IT \%)} = \frac{(\text{Produção MST Tratamento salino})}{(\text{Produção de MST no controle})} * 100 \quad (1)$$

O teor de água na planta (TAP) foi obtido com base na relação entre a fitomassa fresca e seca da parte aérea por meio de metodologia proposta por Benincasa (2003), utilizando a seguinte equação:

$$\text{TAP} = \frac{(\text{FFPA} - \text{FSPA})}{(\text{FFPA})} * 100 \quad (2)$$

Em que:

TAP – Teor de água da parte aérea (%);

FFPA - Fitomassa fresca da parte aérea (g)

FSPA - Fitomassa seca da parte aérea (g)

A suculência foliar (g de  $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2$ ) foi calculada segundo Mantovani (1999), de acordo com a equação 3:

$$\text{Suculência foliar} = \frac{(\text{Peso fresco total} - \text{peso seco folha})}{\text{Área foliar}} \quad (3)$$

A qualidade do porta-enxerto foi determinada aos 65 DAS, através do índice de qualidade de Dickson - IQD conforme Dickson et al. (1960), conforme equação 4:

$$\text{IQD} = \frac{(\text{FST})}{(\text{AP}/\text{DC}) + (\text{FSPA}/\text{FSR})} \quad (4)$$

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

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F (0,01 e 0,05 de probabilidade) e, nos casos de efeito significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator salinidade da água e, teste de média (Tukey) para os diferentes clones, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 6.3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

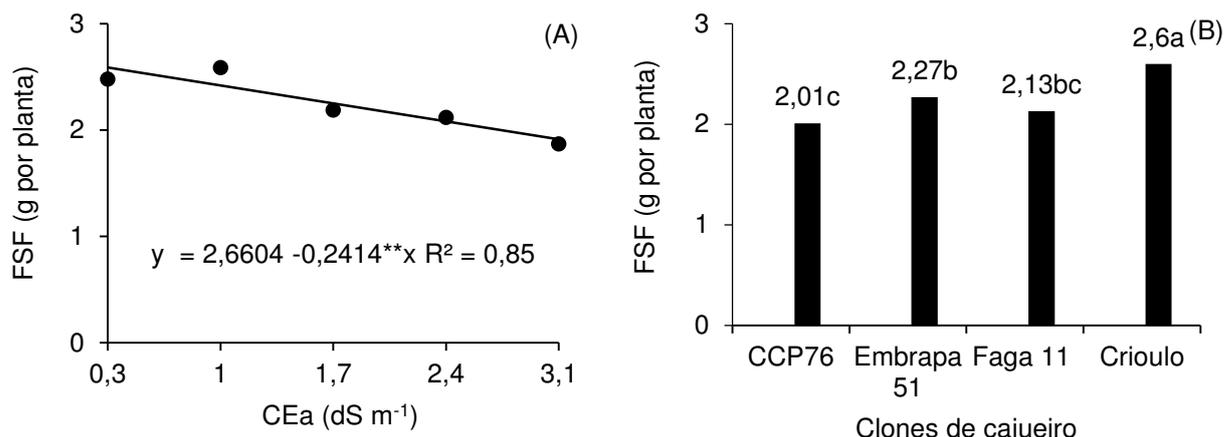
Verifica-se (Tabela 2) que houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) isolado dos níveis de salinidade da água e dos diferentes clones de cajueiro sobre a fitomassa seca de folhas, caule, parte aérea e relação raiz/parte aérea aos 65 DAS. Não foi observado interação significativa entre os níveis de salinidade da água e diferentes clones de cajueiro sobre as variáveis estudadas.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para fitomassa seca de folhas (FSF), de caule (FSC), parte aérea (FSPA) e relação fitomassa seca de raiz/fitomassa seca parte aérea (FSR/FSPA) de diferentes clones de cajueiro irrigados com água de distintos níveis de salinidade, aos 65 dias após o semeio.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		FSF	FSC	FSPA	FSR/FSPA
Níveis salinos (NS)	4	1,01**	1,79**	5,23**	0,01**
Reg. Linear	1	3,46**	7,02**	20,69**	0,06**
Reg. Quadrática	1	0,12**	0,06ns	0,01ns	0,003ns
Clones de cajueiro (C)	3	0,98**	1,67**	4,59**	0,02**
Interação (NS x C)	12	0,61ns	0,22ns	0,97ns	0,007ns
Bloco	2	0,002ns	0,0008ns	0,03ns	0,00008ns
CV (%)		8,75	9,17	6,48	9,14

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

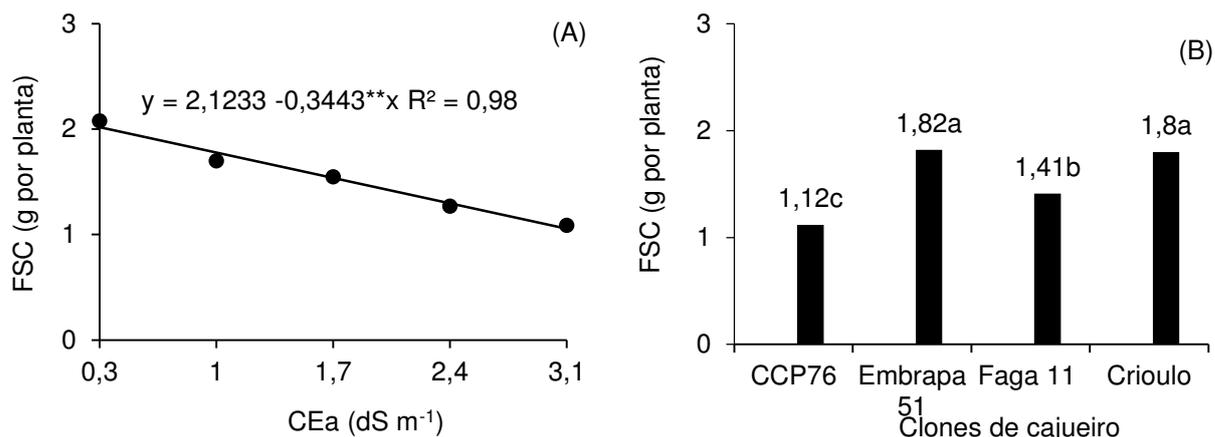
A FSF e FSC foram afetadas negativamente pelo incremento na salinidade da água de irrigação aos 65 DAS, promovendo reduções lineares de 9,07 e 16,21% por aumento unitário de CEa, respectivamente (Figura 1A e 2A). Essa redução percentual de FSF e FSC, pode ser explicado pela maior sensibilidade das plantas de cajueiro a salinidade nesta fase devido a mecanismos de ajustamento às condições de estresse salino, incluindo modificações no balanço iônico, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, eficiência fotossintética e alocação de carbono reduzindo assim o acúmulo de fitomassa (GUPTA; HUANG, 2014; SOUZA et al., 2017).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 1: Fitomassa seca de folha - FSF em função dos distintos níveis de salinidade de água de irrigação - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.

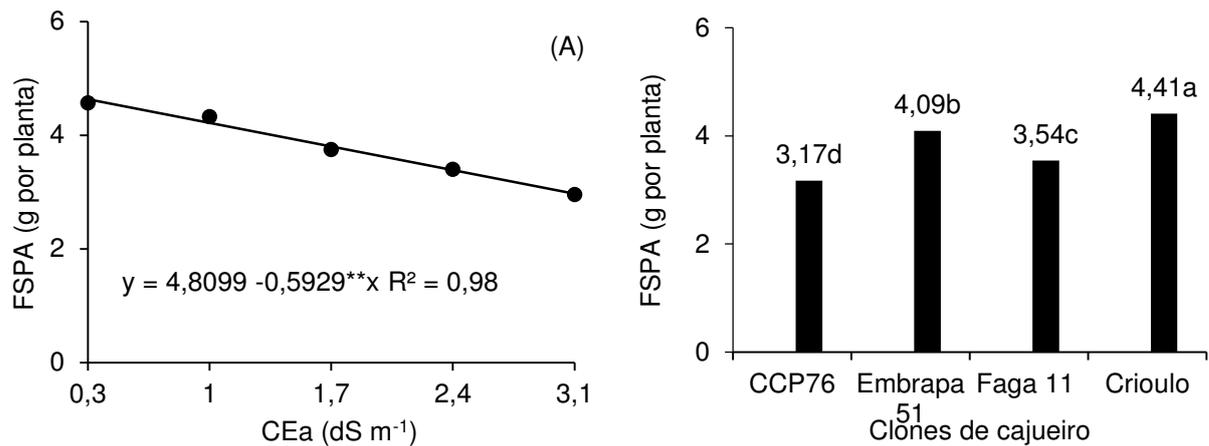
A FSF (Figura 1B) do cajueiro Crioulo apresentou maior valor em relação aos demais clones estudados, cuja superioridade em relação aos clones Embrapa 51; Faga 11 e CCP 76 foi de 12,69; 18,07 e 22,69%, respectivamente. Já para a FSC (Figura 2B) o clone de cajueiro Embrapa 51 não diferiu estatisticamente do porta-enxerto Crioulo, em que observa-se o Embrapa 51 superior aos clones Faga 11 e CCP 76, cujas diferenças foram de 22,52% (0,41 g) e 38,46% (0,70 g) respectivamente. Desta forma, os resultados mostram uma melhor adaptação dos clones de cajueiro Crioulo e Embrapa 51, o que pode estar relacionado a uma maior interceptação luminosa, que associada a uma adequada absorção de água e nutrientes, intensifica a atividade fotossintética e com isso a fixação de carbono, levando a aumentos de fitomassa seca de caule na planta (KLUGE et al., 2014; SILVA et al., 2016).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 2: Fitomassa seca de caule - FSC em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.

À medida que eleva-se os níveis de salinidade da água de irrigação, observa-se um declínio na produção de fitomassa seca da parte aérea (Figura 3A). De acordo com a equação de regressão (Figura 3A), nota-se diminuição de 12,32% por aumento unitário da CEa, equivalente a uma redução de 34,51% (1,65 g), das plantas irrigadas com água de 3,1 dS m<sup>-1</sup> quando comparado com a CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. A diminuição nesta variável em função do aumento da salinidade é devido redução do potencial osmótico, refletindo em menor absorção de água pelas plantas e comprometendo os processos fisiológicos; devido ao excesso de sais presentes, dificultando a captação de água, o que leva a um maior gasto energético para a absorção de água e de nutrientes, reduzindo, assim, o seu crescimento e posteriormente o produção de fitomassa (SANTOS et al., 2016; FATIMA et al., 2018).

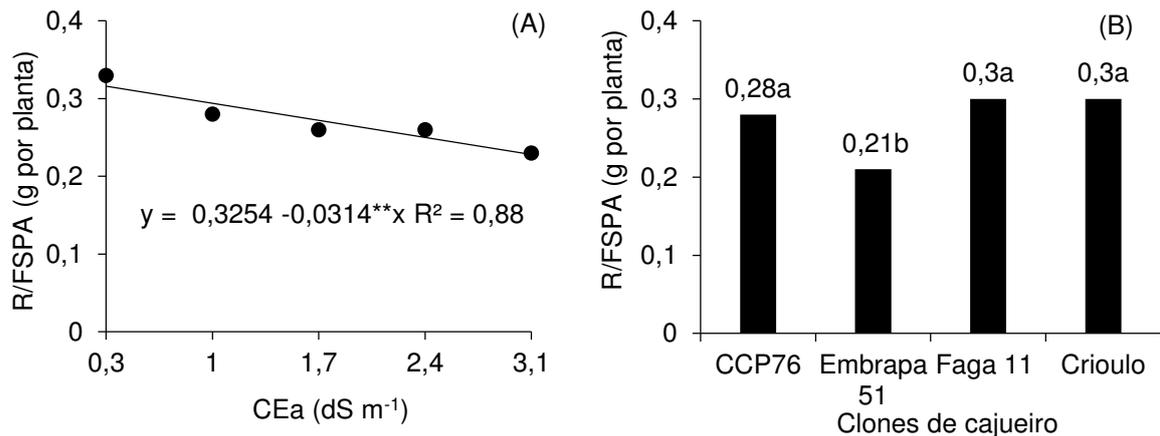


Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 3: Fitomassa seca da parte aérea - FSPA em função dos distintos níveis de salinidade de água de irrigação - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.

Para a variável FSPA (Figura 3B), houve efeito significativo do clone e vê-se que o cajueiro Crioulo teve a FSPA de 0,32, 0,87 e 1,24 g superior ao encontrado no clone Embrapa 51, e Faga 11 e CCP 76, respectivamente. Característica essa desejável, pois um maior acúmulo de fitomassa está relacionada a uma planta com elevada adaptação as condições ambientais, o que leva a um rápido desenvolvimento (VASFILOV, 2016).

Para relação FSR/FSPA, verifica-se pela equação de regressão (Figura 4A) que o fator salinidade da água de irrigação apresentou diminuição de 9,64% por aumento unitário da CEa, equivalente a um declínio de 27,01% na relação nas plantas que foram irrigadas com água de condutividade elétrica de 3,1 dS m<sup>-1</sup> em comparação às que receberam água de menor salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Travassos et al. (2011) relatam que a redução na FSR/FSPA em função da elevação da salinidade da água de irrigação, ocorre devido a absorção e a utilização de nutrientes serem comprometidos pelo aumento da pressão osmótica na solução do solo e com o acúmulo íons no tecido vegetal em concentrações tóxicas, ocasionando assim, diminuição no crescimento do sistema radicular; fato confirmado no presente estudo, pois a fitomassa seca da raiz foi mais afetado pela salinidade da água de irrigação que a fitomassa seca da parte aérea.



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 4: Relação fitomassa seca de raiz/parte aérea (FSR/FSPA) em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio – DAS.

Os porta-enxertos Faga 11, Crioulo e CCP76 não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre si e diferiram do clone Embrapa 51 (Figura 4B). Plantas que expressam aumento nesta relação apresentam sistema radicular robusto, o que proporciona uma maior área de absorção de água e nutrientes, por aumentar a área de captação, fato que estimula o crescimento da planta (CLARKE et al., 2015).

Verifica-se (Tabela 3) que a salinidade da água de irrigação e os diferentes clones de cajueiro exerceram efeito significativo sobre o índice de tolerância à salinidade, suculência foliar, teor de água na parte aérea e índice de qualidade de Dickson. Não foi constatada interação significativa entre os fatores salinidade da água e os diferentes clones de cajueiro aos 65 DAS.

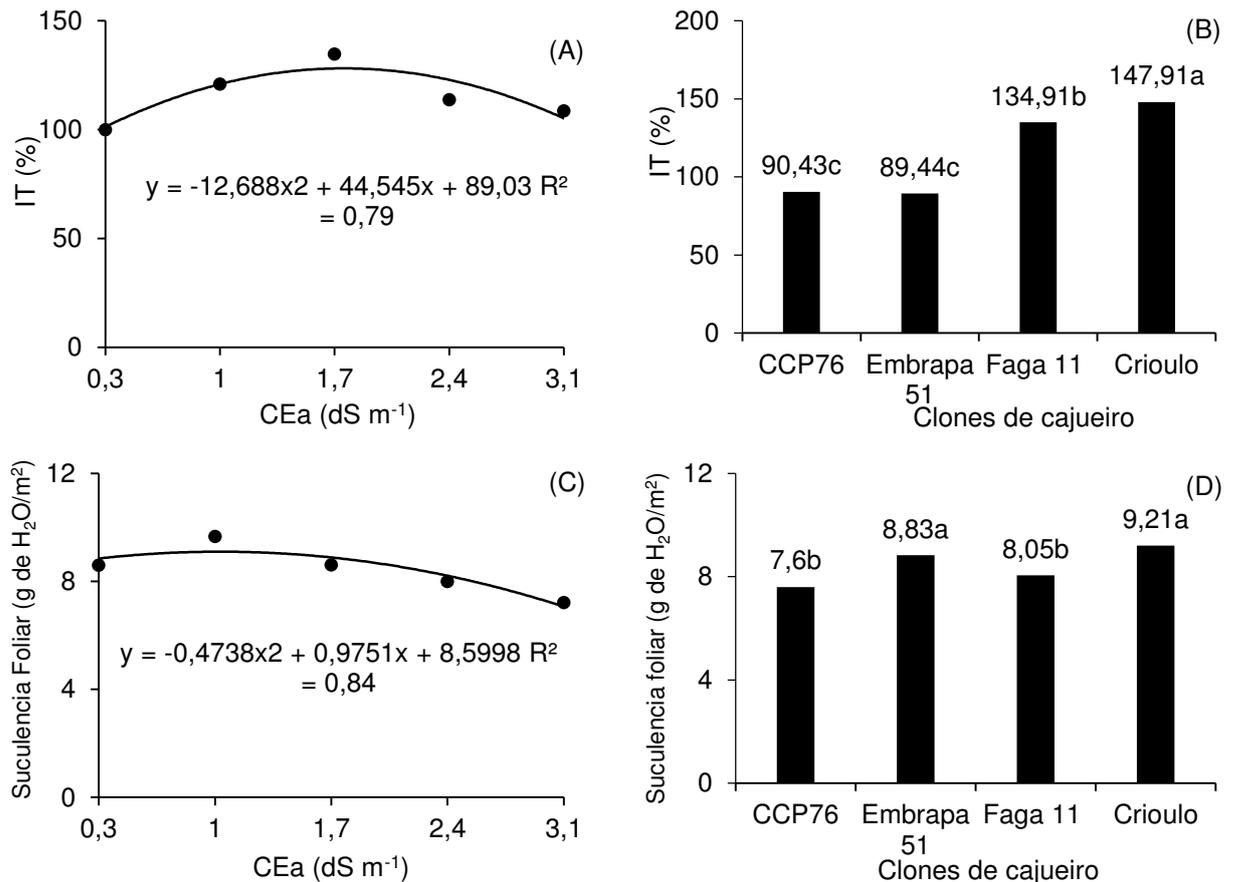
Tabela 3: Resumo da análise de variância para o índice de tolerância à salinidade (IT), suculência foliar (SUC), teor de água na parte aérea (TAP) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de diferentes clones de cajueiro irrigados com águas de distintas salinidades aos 65 dias após o semeio (DAS).

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		IT	SUC	TAP	IQD
Níveis salinos (NS)	4	1988,30**	9,75**	57,15**	0,05**
Reg. Linear	1	116,39ns	17,60**	178,89**	0,17**
Reg. Quadrática	1	6271,99**	5,94**	6,10ns	0,03**
Clones de cajueiro (C)	3	13548,34**	7,93**	24,84*	0,05**
Interação (NS x C)	12	3532,74ns	4,04ns	20,98ns	0,01ns
Bloco	2	7,80ns	0,28ns	0,27ns	0,0002ns
CV (%)		7,16	6,45	3,47	6,39

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

Para o índice de tolerância à salinidade (Figura 5A), constata-se melhor ajuste dos dados em regressão quadrática pelo aumento da CEa, cujo maior valor de IT, correspondente a 128,10% foi obtido quando as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica de irrigação de 1,8 dS m<sup>-1</sup>. Seguindo o mesmo comportamento observado no IT, a SUC, em função da irrigação com níveis crescentes de CEa (Figura 5C), apresentando resposta quadrática, em que, conforme equação de regressão, constatou-se que as plantas que foram irrigadas com água de 1,0 dS m<sup>-1</sup> tiveram a maior SUC (9,10 g de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>), e, o menor valor (7,06 g de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>) obtido nas plantas sob irrigação com CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup>.

De acordo com Sousa et al. (2010) a SUC possui importantes implicações anatômicas e fisiológicas em plantas submetidas ao estresse com NaCl, regulando parcialmente a concentração de sais nos tecidos foliares, pois plantas que apresentam tolerância ao estresse salino tendem a normalizar a entrada de água, mesmo em condições de estresse osmótico pelo acúmulo de sais, o que tende a manter a suculência foliar. De maneira geral, o menor crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas em tratamentos mais salinos podem ser associados à diminuição da absorção de água pelas plantas, dado a diminuição do potencial osmótico da solução do solo provocado por acumulações de sais solúveis provenientes das águas de irrigação (BARROS et al., 2010).

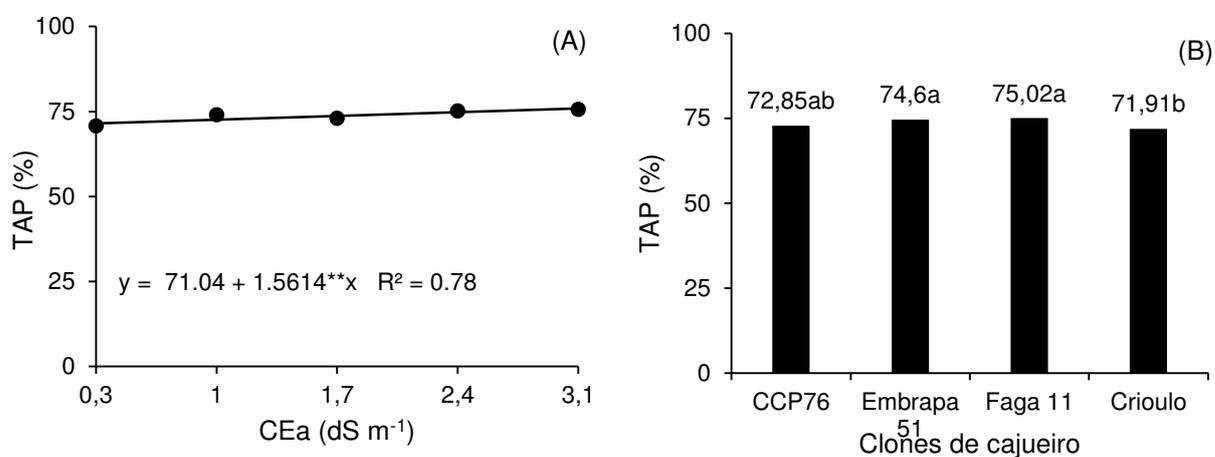


Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 5: Índice de tolerância - IT (A) e suculência foliar SUC (C) em função dos distintos níveis de salinidade de água de irrigação - CEa e índice de tolerância IT - (B) e suculência foliar SUC (D) de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após sementeio.

O IT, (Figura 5A), do porta-enxerto Crioulo apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os demais estudados apresentando ser superior ao clone Faga 11, (8,78%) ao Embrapa 51 (39,53%) e ao CCP 76 (38,86%). Comportamento esse acompanhado pela SUC onde o porta-enxerto de cajueiro Crioulo (Figura 5B) apresenta SUC superior ( $p < 0,05$ ) ao Faga 11 e o CCP76 de 12,59% e 17,48% respectivamente. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o porta-enxerto Crioulo e o Embrapa 51. Tal comportamento favorece a abertura estomática e a entrada de CO<sub>2</sub> pelas folhas dos porta-enxertos de cajueiro comum, pois a elevação da quantidade de água presente nesse órgão deixa as células mais turgidas, o que ocasiona uma resposta positiva nas atividades metabólicas e bioquímicas das plantas (LAWSON; BLATT, 2014).

O aumento na CEa de irrigação proporcionou efeito linear crescente sobre a TAP aos 65 DAS (Figura 6A), passando de um valor de 71,5% na CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> para 75,88% na CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup>. Fato este interessante, pois o aumento na concentração de sais no meio externo tende a dificultar a absorção de água pela planta, por reduzir o potencial hídrico do solo (BARROS et al., 2010), no entanto, o comportamento ocorrido nesta pesquisa pode estar relacionado a um maior gasto de energia pela planta para aumentar a concentração de sais e metabólitos secundários no seu interior e assim reduzir o seu potencial hídrico a valores inferiores ao encontrado no solo, o que ocasionou a uma elevação na quantidade de água em seu interior (SHELDON et al., 2017).

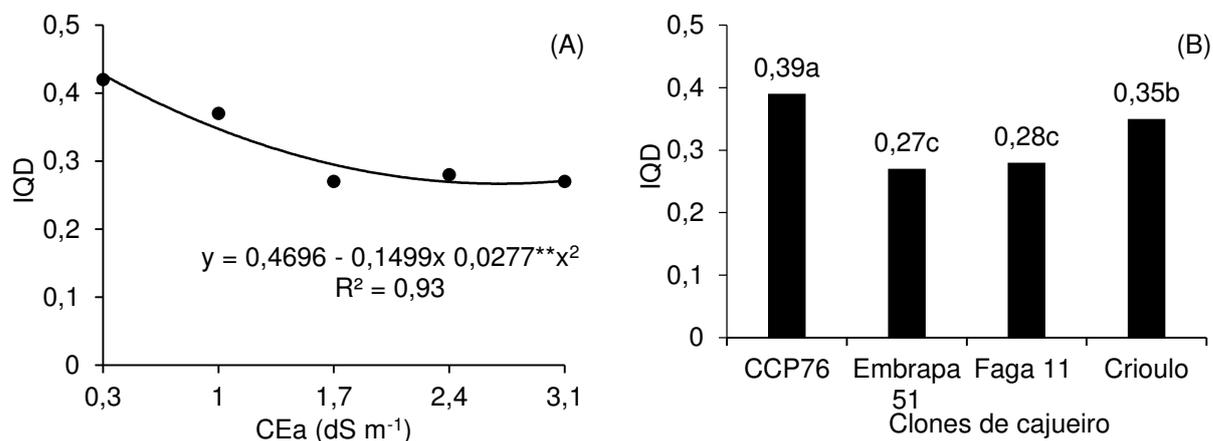


Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 6: Teor de água na parte aérea - TAP em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após semeio.

Para o TAP (Figura 6B) dos clones de cajueiro não foi observado diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os clones Faga 11, Embrapa 51 e CCP 76. Destaca-se que os clones Faga 11 e EMBRAPA51 apresentam médias superiores em relação ao porta-enxerto Crioulo de 4,32 e 3,74%. Os menores teores de água dos porta-enxertos de cajueiro comum nos mostra que esse genótipo apresenta uma maior eficiência do fotossistema, a qual é comprovada pelos elevados valores de fitomassa seca, necessitando assim de uma menor disponibilidade de água em seu interior para realização desse processo (TAIZ et al., 2017).

Pelos resultados do índice de qualidade de Dickson (IQD), em função da CEa de irrigação aos 65 DAS (Figura 7A), verifica-se que à medida que se elevou o teor de sais na água de irrigação, houve uma redução no IQD, sendo encontrado valor máximo de 0,42 na CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, no entanto, o menor IQD (0,26) foi obtido na CEa de 2,7 dS m<sup>-1</sup>. Fato interessante do ponto de vista agrônômico que, mesmo sob condições de salinidade elevada, as plantas apresentaram o IQD superior a 0,2 sendo considerado de boa qualidade para o estabelecimento da muda no campo, pois o IQD relaciona a robustez (relação AP/DC) e o equilíbrio da distribuição de biomassa (relação FSPA/FSR) ponderando os resultados de várias características morfológicas importantes empregadas para avaliação da qualidade da muda (OLIVEIRA et al., 2013; SOUZA et al., 2017).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ).

Figura 7: Índice de qualidade de Dickson IQD em função dos distintos níveis de salinidade de água - CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), aos 65 dias após sementeio.

Em relação aos clones de cajueiro, nota-se (Figura 7B) diferença significativa, onde o clone de CCP 76 teve um IQD de 0,39, sendo superior a 10,25; 28,20 e 30,76% ao encontrado nos clones Crioulo, Faga 11 e Embrapa 51, respectivamente. Os resultados encontrados para o índice de qualidade de Dickson foram satisfatórios, o que indica que os clones de cajueiro podem estar aptos para o transplante no campo, devido apresentarem um IQD superior a 0,2, todavia, considera-se que quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda produzida (CALDEIRA et al., 2012).

### 6.3.4 CONCLUSÃO

A salinidade da água de irrigação de até 1,43 dS m<sup>-1</sup> proporciona perdas aceitáveis de até 10% na produção de fitomassa seca e nos índices dos porta-enxertos de cajueiro.

O porta-enxerto de cajueiro Crioulo apresenta os melhores resultados no acúmulo de fitomassa e índices de tolerância aos 65 dias após semeio.

Não foi observada interação significativa entre os fatores salinidades da água de irrigação e os porta-enxertos de cajueiro, sobre as variáveis estudadas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. A. G., Sucesso do cajueiro anão: clones de castanhas grandes e pesadas geneticamente desenvolvido para a indústria. In: Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria, 9. 2002, Fortaleza. *Anais...*, Fortaleza: Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria.
- ALVES, M. S., SOARES, T. M., SILVA, L. T., FERNANDES, J. P., OLIVEIRA, M. L. A., PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p. 491–498, 2011
- AMORIM, A. V., GOMES FILHO, E., BEZERRA, M. A., PRISCO, J. T., LACERDA, C. F de. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010
- ARAÚJO, E. B. G., SÁ, F. V. S., OLIVEIRA, F. A., SOUTO, L. S., PAIVA, E. P.; SILVA, K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente Água**, v.11, n.2, p.462-470, 2016.
- BARROS, H. M. M., GHEYI, H. R., LOGES, V., SANTOS, M. da S., SOARES, F. A. L. Influência da salinidade da água no crescimento de seis genótipos de

- helicônias. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 16, n. 2, p. 139-145, 2010.
- BENITEZ, L. C., PETERS, J. A., BACARIN, M. A., KOPP, M. M., DE OLIVEIRA, A. C., DE MAGALHÃES JUNIOR, A. M., BRAGA, E. J. B. Tolerância à salinidade avaliada em genótipos de arroz cultivados in vitro. **Ceres**, v. 57, n. 3, p. 330-337, 2015.
- BRITO, M. E. B., FERNANDES, P. D., GHEYI, H. R., MELO, A. S de., SOARES FILHO, W. dos S., SANTOS, R. T dos. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 17 – 27, 2014.
- CALDEIRA, M. V. W., DELARMELINA, W. M., LÜBE, S. G., GOMES, D. R., GONÇALVES, E. O., ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.
- CARNEIRO, P. T., FERNANDES, P. D., GHEYI, H. R., SOARES, F. A. Germinação e crescimento inicial de genótipos inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade<sup>1</sup>. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 199-206, 2002.
- CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. Produção de mudas de cajueiro. **Embrapa Agroindústria Tropical**, v.43, n.3, p. 42, 2001.
- 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).
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forest Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- FATIMA, R. T., NOBRE, R. G., SOUZA, L. P., LIMA, G. S., GHEYI, H. R., SILVA, E. M., SILVA, E., OLIVEIRA, S. Morphophysiology of -Crioulo- cashew rootstock seedlings under saline water irrigation and potassium silicate doses. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 23, p. 1-11, 2018.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciencia e Agrotecnologia*, v..38, n.2, p. 109-112, 2014.

- GUPTA, B. HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, v.2014, n. s/n, p. 1-18, 2014.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). Sidra - Produção Agrícola Municipal, 2018. Disponível em:< [http:// www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)> (Acesso em 26 de abril de 2018).
- KLUGE, R. A., TEZOTTO-ULIANA, J. V., SILVA, P. P. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2014.
- LAWSON, T., BLATT, M. R. Stomatal size, speed, and responsiveness impact on photosynthesis and water use efficiency. **Plant Physiology**, v. 164, n. 4, p. 1556-1570, 2014.
- MANTOVANI, A. Leaf morpho-physiology and distribution of epiphytic aroids along a vertical gradient in a Brazilian rain forest. **Selbyana**, v.20 n, 2, p. 241-249, 1999.
- MESQUITA, V. P., SILVA FILHO, C. J. S.; MOTA, D. L. F.; SEOLATTO, A. A. Avaliação da capacidade de adsorção de chumbo em cascas de frutas comuns no cerrado brasileiro. Encontro Brasileiro de Engenharia Química, 18. 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.8, n.3, p. 97-103, 2013.
- PINHEIRO, F. W. A.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. de P.; ALMEIDA, L. L. de S.; MELO, E. N de.; BONIFÁCIO, B. F. Crescimento de mudas de aceroleira “cmi 102” irrigadas com águas salinizadas e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.12, n.3, p. 2632 - 2643, 2018
- PONTE, L. F. A., FERREIRA, O. S., ALVES, F. A. L., FERREIRA-SILVA, S. L., PEREIRA, V. L. A., da SILVEIRA, J. A. G. Variabilidade de indicadores fisiológicos de resistência à salinidade entre genótipos de cajueiro-anão e gigante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 1-8, 2011.

- RHOADES, J. D., KANDIAH, A., MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. UFPB, 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado.
- SANTOS, D. P dos., SANTOS, C. S dos., SILVA, P. F da., PINHEIRO, M. P. M. A., SANTOS, J. C. Crescimento e fitomassa da beterraba sob irrigação suplementar com água de diferentes concentrações salinas. **Revista Ceres**, v. 63, n.4, p. 509-516, 2016
- SERRANO, L. A. L., MELO, D. S., TANIGUCHI, C. A. K., VIDAL NETO, F. das C. CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.9, p.1237-1245, 2013.
- SHELDON, A. R., DALAL, R. C., KIRCHHOF, G., KOPITTKE, P. M., MENZIES, N. W. The effect of salinity on plant-available water. **Plant and Soil**, v. 418, n. 1-2, p. 477-491, 2017.
- SILVA, L. P., RAMOS, M. L. G., CRUZ, A. F., JUNIOR, W. Q. R., RODRIGUES, G., DE OLIVEIRA, S. A., CALBO, M. E. Fotossíntese em diferentes genótipos de feijoeiro. **Revista Agroecossistemas**, v. 8, n. 1, p. 20-40, 2016.
- SOUSA, A. B. O de., BEZERRA, M. A., FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.
- SOUSA, C. H. C de., LACERDA, C. F de., BEZERRA, F. M. L., GOMES FILHO, E., GHEYI, H. R., SOUSA, A. E. C., SOUSA, G. G de. Respostas morfofisiológicas de plantas de sorgo, feijão-de-corda e algodão sob estresse salino. **Agropecuária Técnica**. v. 31, n. 2, p 29–36, 2010
- SOUZA, L. de P., NOBRE, R. G., SILVA, E. M de, LIMA, G. S de., PINHEIRO; F. W. A., ALMEIDA; L. L. de S. Formation of 'Crioula' guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 8, p.739-745, 2016.
- SOUZA, L. de P., NOBRE, R. G., SILVA, E. M., GHEYI, H. R., SOARES, L. A. dos A. Production of guava rootstock grown with water of different salinities and doses of nitrogen. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, p.596-604, 2017.

- TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I. M., MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed., Porto Alegre: Artmed. 888p.
- TRAVASSOS, K. D., SOARES, F. A. L., GHEYI, H. R., DIAS, N. da S., NOBRE, R. G. Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.5, n. 2, p.123–133, 2011
- VASFILOV, S. P. The effect of photosynthesis parameters on leaf lifespan. **Biology Bulletin Reviews**, v. 6, n. 1, p. 96-112, 2016.
- VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M., CAVALCANTI, J. J. V., MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa, 481-508, 2013.
- WILLADINO, L., GOMES, E. W., MARTINS, L. S., CAMARA, T. R. Efeito do estresse salino em genótipos tetraplóides de bananeira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, p.53-59, 2011.

#### **6.4 CAPÍTULO IV**

---

### **IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS NO CRESCIMENTO E MORFOLOGIA DE PORTA-ENXERTOS DE CAJUEIRO**

# IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS NO CRESCIMENTO E MORFOLOGIA DE PORTA-ENXERTOS DE CAJUEIRO

## RESUMO

A região semiárida brasileira apresenta problemas de déficit hídrico em termos de precipitação pluviométrica, sendo necessário o uso de estratégias de manejo que possibilitem o aproveitamento destas águas no âmbito agrícola. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de porta-enxertos dos clones de cajueiro sob distintos níveis de salinidade da água de irrigação. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal – PB onde, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, cujos tratamentos consistiram em cinco níveis de condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro clones de cajueiro (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo), com três repetições e duas plantas por parcela. A salinidade da água de irrigação de até 1,72 dS m<sup>-1</sup> proporciona perdas de até 10% nas taxas de crescimento relativo de altura de planta e área foliar dos clones de cajueiro. O Índice de produção de fitomassa seca da parte aérea e razão de massa da folha aumenta pelo acréscimo da condutividade elétrica da água de irrigação. Os clones Embrapa 51 e Faga 11 apresentam os melhores resultados para as variáveis estudadas (IPFPA, IEF, TCRaf e TCRdc) aos 65 dias após sementeio.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L., salinidade, produção de mudas, clones.

## IRRIGATION WITH SALINE WATER ON THE GROWTH AND MORPHOLOGY OF CASHEW ROOTSTOCKS

### ABSTRACT

The semiarid regions of the Northeast Brazil present problems of water deficit and high levels of salinity of the water, being necessary the adoption of management strategies that allow the use of these waters in the agriculture. In this context, the aim of this study was to evaluate the growth rates of cashew clones, as a function of the salinity of the irrigation water in the rootstock formation. The experiment was carried out in a greenhouse at the Agro - Food Sciences and Technology Center of the Federal University of Campina Grande, Campus Pombal - PB. The experimental design was a randomized block design, in a 5 x 4 factorial scheme, the treatments consisted of five different levels of electrical conductivity of the irrigation water - EC<sub>w</sub> (0.3, 1.0, 1.7, 2.4 and 3.1 dS m<sup>-1</sup>) associated to four cashew clones (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 and Crioulo), with three replicates and two plants per plot. Irrigation water salinity of up to 1.72 dS m<sup>-1</sup> provides losses of up to 10% in the relative growth rates of plant height and leaf area of the cashew clones. The dry matter production index of the aerial part and the mass ratio of the leaf were increased by the addition of salts in the irrigation water. Embrapa 51 and Faga 11 presented the best results for the studied variables at 65 days after sowing.

**Key words:** *Anacardium occidentale* L. salinity, seedling production, clones

#### 6.1.4 INTRODUÇÃO

No semiárido nordestino, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie amplamente cultivada, destacando-se na geração de emprego e renda e produção de frutos com elevados valor nutricional, entretanto, a maioria dos pomares existentes são formados por plantas oriundas de propagação assexuadas de forma que, as mesmas apresentam baixa produtividade, plantas de porte elevado, produção tardia e frutos com características variadas em termos de sabor, coloração, dentre outros. Desta forma, a expansão da cajucultura nessas áreas está apoiada na utilização de clones de cajueiro anão-precoce (ARAUJO et al., 2014).

No entanto, para que se possa expressar todo o potencial genético desses clones melhorados é de fundamental importância a obtenção de mudas de qualidade, para o plantio ou produção de porta-enxertos, pois limitações ocorridas nessa fase resultam em perdas posteriores de desenvolvimento e produtividade em campo.

Essa região é caracterizada por elevadas taxas de evaporação e precipitações reduzidas e irregulares, causando déficit hídrico na maioria dos anos, tornando a escassez de água de boa qualidade um problema fundamental para o desenvolvimento da agricultura. Nesta área é comum a ocorrência de fontes de água com concentração elevada de sais, principalmente sódio (JIANG et al., 2012), sendo estas na maioria das vezes a única fonte disponível, passivas de uso na irrigação de plantas tolerantes. A tolerância da planta a salinidade varia em função da espécie, tipo e teores de sais específicos, tempo de exposição entre outras características.

O excesso de sais nas águas e/ou no solo pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas devido o estresse osmótico, resultando em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais além do acúmulo de íons tóxicos (AMORIM et al., 2010). Os danos às plantas ocorrem quando os íons tóxicos são absorvidos em quantidades significativas, junto com a água absorvida pelas raízes, as quais ultrapassam a capacidade da planta de compartimentalizá-los no vacúolo, como consequência, a concentração de sais aumenta no citoplasma e inibe a atividade de enzimas de várias rotas metabólicas (ARAÚJO et al., 2014).

Com o intuito de amenizar os danos causados pelo estresse salino sobre o rendimento agrícola, diversas estratégias têm sido utilizadas, dentre elas, o melhoramento genético para a obtenção de genótipos mais resistentes (FERREIRA-SILVA et al., 2009).

Os resultados são animadores e indicam a possibilidade da identificação de genótipos do grupo de cajueiro-anão, com potencial para serem utilizados em áreas salinizadas. Estudos que visem identificar variabilidade genética, assim como marcadores fisiológicos de resistência nesses materiais, para a seleção de genótipos tolerantes à salinidade, podem contribuir para a sustentabilidade da cultura em áreas propensas à salinização, como as do Semiárido brasileiro (PONTES et al., 2011).

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de porta-enxertos dos clones de cajueiro sob distintos níveis de salinidade da água de irrigação.

#### **6.4.2 MATERIAL E METODOS**

A pesquisa foi conduzida no período de outubro a dezembro de 2017, em ambiente protegido (casa de vegetação), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), no município de Pombal - PB, situada a 6°47'3" S, 37°49'15" W e altitude média de 144 m.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, correspondentes a cinco níveis de condutividades elétricas da água - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m<sup>-1</sup>) e quatro porta-enxertos de cajueiro (CCP 76, Embrapa 51, Faga 11 e Crioulo) com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 120 plantas.

Os níveis salinos testados foram baseados em estudos de Sousa et al. (2011), que observaram inibição acentuada no crescimento do cajueiro a partir do nível salino na água de 1,58 dS m<sup>-1</sup>.

O preparo das águas salinas dos níveis de CEa de 1,0 a 3,1 dS m<sup>-1</sup> foi realizado mediante a adição de sais de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) e de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) na água de abastecimento local (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>), na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de águas disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro

(MEDEIROS, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais ( $\text{mg L}^{-1} = 640 \times \text{CEa}$ ) conforme Rhoades et al. (2000).

O clone cajueiro anão precoce Embrapa 51 foi escolhido por ser um dos mais usados como porta-enxerto no Nordeste brasileiro e por apresentar alta taxa de germinação (SERRANO et al., 2013). O clone CCP 76 devido sua adaptabilidade a diferentes ambientes e à atratividade e qualidade do pedúnculo (VIDAL NETO et al., 2013). O clone FAGA 11 por ser recomendado para cultivo de sequeiro no semiárido Nordestino, além de apresentar características como elevada produção, castanhas grandes e pesadas (ALMEIDA, 2002) e o material Crioulo por apresentar rápido crescimento e rápida adaptação as condições ambientais (MESQUITA et al. 2010). As sementes dos clones com exceção de Crioulo foram provenientes de uma área de exploração comercial localizada no município de Severiano Melo – RN. As sementes do genótipo Crioulo foram obtidas de plantas vigorosas que se destacavam pela alta produtividade e boa qualidade das castanhas, em propriedades do mesmo município.

A semeadura foi realizada em sacolas de polietileno, com capacidade volumétrica de 1250 mL, perfuradas na base, para livre drenagem da água, preenchidas com substrato composto de Neossolo Flúvico (95%) + esterco bovino curtido (5%); o solo do substrato foi coletado na camada de 0-20 cm no Lote 14, Setor I, do Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa-PB. Após o preenchimento, as sacolas foram dispostas sobre uma bancada metálica (cantoneira), a uma altura de 0,80 m do solo para facilitar o manejo e as avaliações.

As características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento (Tabela 1) foram analisadas conforme metodologias propostas por Claessen (1997) no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG/Campina Grande-PB.

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

pH	Atributos químicos							
	CE <sub>es</sub>	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
1:2,5	dS m <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					
7,22	1,28	0,30	0,30	0,14	3,50	1,70	0	0
	Atributos Físicos							Classe textural
	Areia	Silte	Argila	DS	DP	Porosidade Total		
	g kg <sup>-1</sup>			kg dm <sup>-3</sup>		%		Franco- arenoso
	767,3	161,6	71,1	1,44	2,75	47,63		

pH = pH do substrato suspensão 1:2,5 solo:água; CE<sub>es</sub> = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; Ds- Densidade do solo; Dp- Densidade de partículas.

Antes do semeio as sementes foram selecionadas considerando tamanho e sanidade, eliminando-se as que boiassem após imersão em água. A semeadura foi realizada utilizando uma semente por sacola, após elevar a umidade do substrato à capacidade de campo com água de abastecimento (CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>); a semente foi inserida na posição vertical com a base voltada para cima (ponto de inserção da castanha ao pedúnculo), na profundidade de 1 cm de substrato, conforme recomendações da EMBRAPA-CNPAT (CAVALCANTI JÚNIOR; CHAVES, 2001).

A emergência das plântulas iniciou-se aos 10 dias após o semeio (DAS), sendo a aplicação das águas de irrigação conforme tratamentos de salinidade iniciada aos 25 dias após a semeio (DAS), com irrigações feitas diariamente no final da tarde durante a condução do experimento, realizadas de forma manual utilizando proveta graduada. A lâmina de irrigação diária foi estimada pelo princípio da lisimetria de drenagem (utilizando 20 sacolas aleatórias que eram usadas para esse cálculo onde, abaixo delas tinha um recipiente coletor para determinar a drenagem), pela diferença entre o volume aplicado na irrigação e o drenado (SOUZA et al., 2016). Com o propósito de reduzir o acúmulo de sais no solo foi aplicada uma fração de lixiviação de 0,15 em intervalo de 10 dias.

Foram realizados ainda tratamentos culturais durante o experimento, como eliminação manual de plantas espontâneas e escarificação superficial do substrato para remoção de camadas compactadas.

Considerando como tempo médio necessário para produção de porta-enxerto de cajueiro de 65 dias (SERRANO et al. 2013), para avaliação do efeito dos tratamentos sobre o crescimento das plantas foram mensuradas relação

altura de planta/diâmetro do caule (AP/DC) aos 65 DAS a taxa de crescimento relativo de altura de planta ( $TCR_{ap}$ ), diâmetro do caule ( $TCR_{dc}$ ) e área foliar ( $TCR_{af}$ ) no período entre 35 à 65 DAS.

As taxas de crescimento relativo que mensura o crescimento em função da matéria pré-existente obtidas pós adaptação, para altura ( $cm\ cm^{-1}\ dia^{-1}$ ), diâmetro ( $mm\ mm^{-1}\ dia^{-1}$ ) e área foliar ( $cm^2\ cm^{-2}\ dia$ ) das plantas conforme Hunt et al. (2002) equação 1.

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

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.

Avaliou-se ainda o índice de esclerofilia ( $IEF - g\ m^{-2}$ ) e o índice produção de fitomassa seca da parte aérea (IPFPA) conforme metodologia de Mantovani (1999) e Benincasa (2003) equação 2 e 3 respectivamente.

$$IEF = \frac{(FSF)}{(AF)} \quad (2)$$

em que: índices de esclerofilia = IEF; fitomassa seca de folha = FSF; área foliar = AF;

$$IPFPA = \frac{(FSPA)}{(FST)} \quad (3)$$

onde: índice produção de fitomassa seca da parte aérea = IPFPA; fitomassa seca parte aérea = FSPA; fitomassa seca total = FST.

Outrossim, determinou-se razão de massa foliar ( $RMF - g\ g^{-1}$ ) obtida conforme equação 4.

$$RMF = \frac{(FSF)}{(FST)} \quad (4)$$

Em que: Razão de massa das folhas = RMF; fitomassa seca de folha = FSF; fitomassa seca total = FST.

As distintas variáveis foram avaliadas mediante análise de variância, pelo teste F (a probabilidade de 0,01 e 0,05) e, nos casos de efeito significativo, realizou-se análise de regressão polinomial para o fator salinidade da águas e

teste de média (Tukey) para comparar os diferentes clones de cajueiro, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 6.4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resumo da análise de variância (Tabela 2) observou-se interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e diferentes clones de cajueiro sobre a relação altura de planta/diâmetro do caule. O efeito isolado da salinidade da água de irrigação foi significativo para as taxas de crescimento relativo de altura de planta e área foliar, já os diferentes clones de cajueiro se diferenciaram significativamente para taxa de crescimento relativo de altura de planta, de diâmetro de caule e área foliar (Tabela 2).

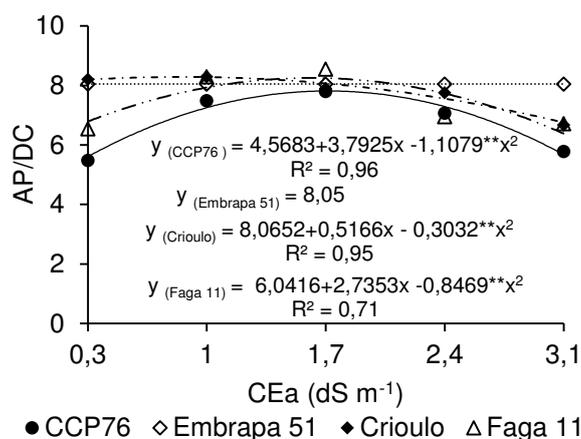
**Tabela 2:** Resumo da análise de variância para relação altura de planta/diâmetro do caule (AP/DC) aos 65 dias após o semeio (DAS), taxa de crescimento relativo da altura (TCR<sub>ap</sub>), do diâmetro do caule (TCR<sub>dc</sub>) e área foliar (TCR<sub>af</sub>) de diferentes clones de cajueiro, no período de 35 à 65 DAS sob distintos níveis de salinidade da água de irrigação.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		AP/DC	TCR <sub>ap</sub>	TCR <sub>dc</sub>	TCR <sub>af</sub>
Níveis salinos (NS)	4	3,19**	0,00002**	0,00005 <sup>ns</sup>	0,00006**
Reg. Linear	1	0,33 <sup>ns</sup>	0,00005**	0,00004 <sup>ns</sup>	0,0001**
Reg. Quadrática	1	12,16**	0,000002 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,000002 <sup>ns</sup>
Clones de cajueiro(C)	3	4,68**	0,0001**	0,0001**	0,00007**
Interação (NS x C)	12	1,60**	0,00002 <sup>ns</sup>	0,00004 <sup>ns</sup>	0,00005 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,03 <sup>ns</sup>	0,000002 <sup>ns</sup>	0,000002 <sup>ns</sup>	0,000006 <sup>ns</sup>
CV (%)		7,01	9,42	7,03	20,09

<sup>ns</sup>, \*, \*\*, respectivamente não significativos, significativo a p < 0,05 e p < 0,01;

A relação AP/DC foi afetada significativamente pela interação entre os fatores estudados (NS x C) e através do estudo de regressão (Figura 1A) constatou-se que os clones de cajueiro CCP 76, Faga 11 e Crioulo se ajustaram ao modelo quadrático, obtendo os melhores resultados de 7,81; 8,26 e 8,28 quando estavam submetidas a CEa de 1,7; 1,6 e 0,9 dS m<sup>-1</sup>. De acordo com Gomes et al. (2002) o valor resultante da AP/DC exprime o equilíbrio de crescimento, e quanto maior o valor da relação AP/DC, menor será o equilíbrio entre estas variáveis, resultando em menor capacidade de sobrevivência das mudas no plantio definitivo em campo, devido a presença de menor diâmetro em relação à altura (SOUZA et al., 2015). O que nos leva a perceber que o clone

CCP 76 apresenta os menores valores dessa relação (7,81), sendo este com o melhor equilíbrio entre o crescimento.

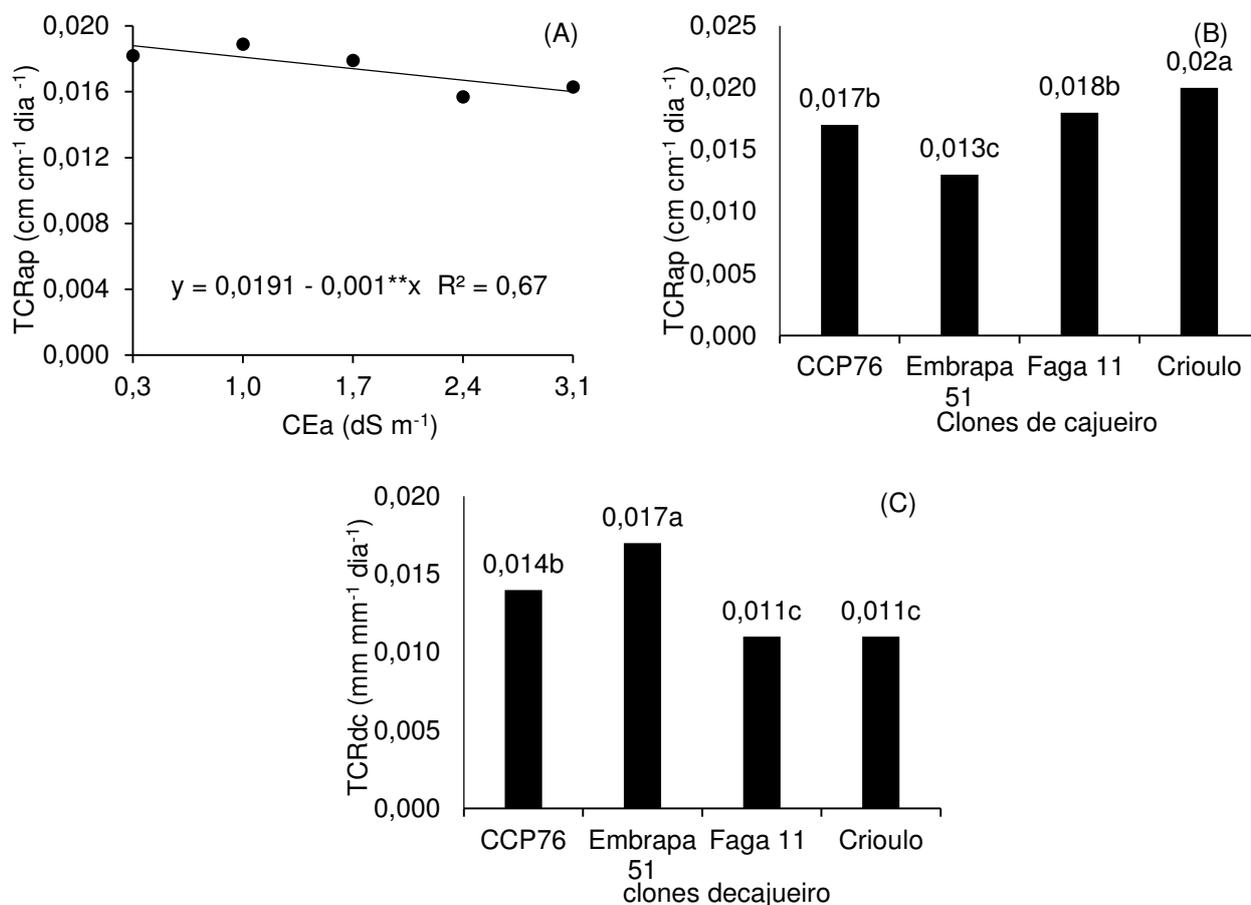


**Figura 1:** Relação altura de planta/diâmetro do caule – AP/DC em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após semente – DAS.

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente a taxa de crescimento relativo de altura de planta e através da equação de regressão (Figura 2A), percebeu-se um decréscimo linear de 5,23% por aumento unitário da CEa, portanto, as plantas irrigadas com CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> tiveram redução de 0,002 cm cm dia<sup>-1</sup> (14,65%) quando comparadas com as irrigadas com o menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>). O aumento da quantidade de sais na zona radicular pode acarretar reduções no crescimento das plantas, devido aos efeitos específicos dos íons e ao efeito osmótico que retardam a expansão e divisão celular, levando a consequências negativas para a taxa fotossintética e prejudicando os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (BEZERRA et al., 2018). Reduções na TCRap pela CEa também foram observadas por Torres et al. (2014), que estudando a biometria de mudas de cajueiro anão CP 76 irrigadas com água salina, constataram reduções de 3,77% por aumento unitário da água de irrigação.

De acordo com o teste de comparação de médias (Figura 2B) o porta-enxerto de cajueiro Crioulo obteve as melhores médias para TCRap, observando superioridade em relação aos outros clones de cajueiro de 11,11% (Faga 11), 17,64% (CCP76) e 53,84% (Embrapa 51). Dentre as prováveis explicações, destaca-se a elevada variação genética do material Crioulo aliado à sua

rusticidade, que favorece a adaptação das plantas as diversas condições ambientais impostas ao longo do ciclo (VIKRAM et al., 2016).



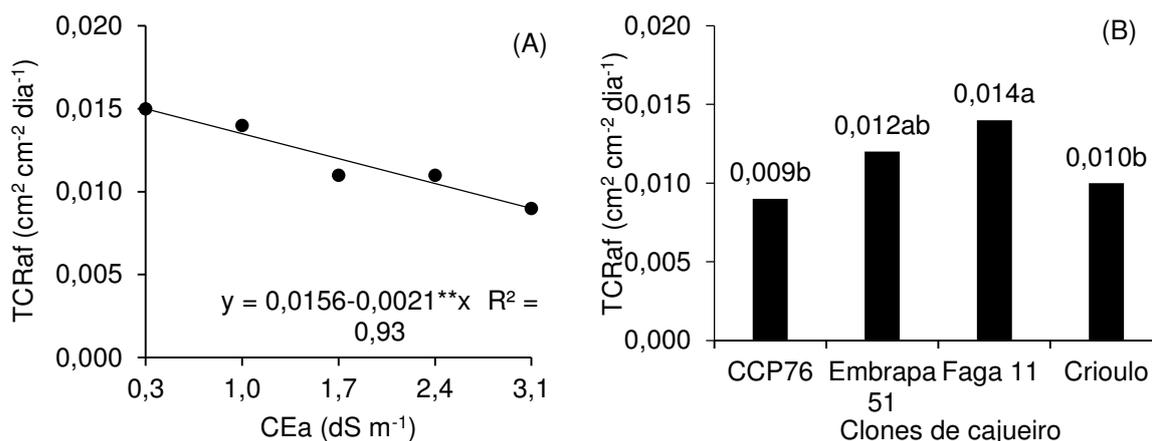
Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre as cultivares pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

**Figura 2:** Taxa de crescimento relativo de altura de planta – TCR<sub>ap</sub> (A) em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e taxa de crescimento relativo de altura de planta – TCR<sub>ap</sub> (B) e diâmetro do caule – TCR<sub>dc</sub> (C) de diferentes clones de cajueiro, no período de 35 à 65 dias após semeio – DAS.

Os clones também tiveram variação na taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule (Figura 2C), com o clone Embrapa 51 exercendo superioridade sobre os genótipos de cajueiro anão precoce de 21,42% (CCP 76) e 35,29% (Faga 11 e material genético Crioulo). Característica essa desejável para o produtor, pois um porta-enxerto que apresenta uma expansão caulinar maior necessitará de um tempo reduzido para apresentar o diâmetro necessário para o processo de enxertia (OLIVEIRA et al., 2014).

De acordo com a equação de regressão (Figura 3A), verifica-se decréscimo na TCR<sub>af</sub> com o incremento da CEa no período de 35 à 65 DAS, com reduções

por aumento unitário da CEa de 13,46%, ou seja, as plantas irrigadas com a água de maior salinidade (3,1 dS m<sup>-1</sup>) tiveram perdas no TCRaf de 37,69% em comparação com as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Essa redução da TCRaf das plantas em condições salinas pode estar relacionada com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante (LIMA et al., 2012) em consequência de reduzida absorção de água pela planta devido ao abaixamento de potencial osmótico de solução do solo. Além disso, salienta-se que a restrição na absorção de água em decorrência da redução do potencial osmótico ele é um fator limitante para o crescimento das plantas tendo em vista que a medida que ocorre uma redução no potencial osmótico da solução a planta desprende grande quantidade de energia para manutenção das suas atividades metabólicas e a baixa capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, também possam ter contribuído com a redução da velocidade de crescimento das plantas (SOUZA et al., 2015).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey (p < 5%).

**Figura 3:** Taxa de crescimento relativo de área foliar - TCRaf em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A) e de diferentes clones de cajueiro (B), no período de 35 a 65 dias após semeio – DAS.

O clone de cajueiro Faga 11 apresentou os melhores resultados para a TCRaf, aos 35 à 65 DAS (Figura 3B), sendo superior em 40% em relação ao porta-enxerto Crioulo e 55,55% em relação ao CCP 76, nota-se ainda que o Faga 11 não diferiu do Embrapa 51 pelo teste Tukey de comparação de media. Fato que proporciona uma maior área fotossinteticamente ativa, o que favorece a atividade da fluorescência da clorofila e, com isso, a disponibilização de energia

para a fixação de carbono nos processos bioquímicos ocorridos no fotossistema I (WERADUWAGE et al., 2015).

Desta forma, pelos resultados obtidos nas taxas de crescimento relativo da altura de plantas, diâmetro do caule e área foliar pode ser observado as diferentes estratégias adaptativas dos clones de cajueiro ao ambiente, sendo o carbono assimilado destinado a diferentes órgãos do vegetal. No entanto, para a formação de porta-enxertos ocorre a necessidade de mudas que apresentem equilíbrio em seu desenvolvimento, o que facilitará o processo adaptativo após a enxertia.

Conforme o resultado da análise de variância (Tabela 3) constata-se que houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação e diferentes clones de cajueiro sobre o índice produção de fitomassa seca da parte aérea e razão de massa de folha. Entretanto para índice de esclerofilia foi observado efeito significativo apenas dos diferentes clones de cajueiro aos 65 dias após o semeio (Tabela 3).

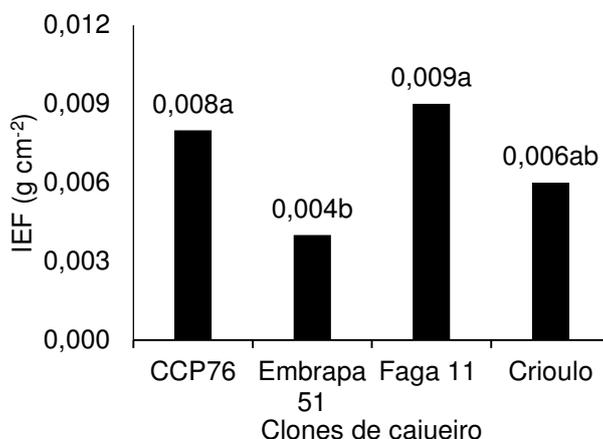
**Tabela 3:** Resumo da análise de variância para índice de esclerofilia (IEF), índice produção de fitomassa seca da parte aérea (IPFPA) e razão de massa de folha (RMF) de diferentes clones de cajueiro, aos 65 dias após o semeio sob distintos níveis de salinidade da água de irrigação.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		IEF	IPFPA	RMF
Níveis salinos (NS)	4	0,00001 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>**</sup>	0,01 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	0,00004 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>**</sup>	0,07 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	0,0001 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>*</sup>
Clones de cajueiro (C)	3	0,00007 <sup>**</sup>	0,01 <sup>**</sup>	0,004 <sup>**</sup>
Interação (NS x C)	12	0,00004 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,00001 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
CV (%)		20,76	3,11	4,30

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

Para o índice de esclerofilia (IEF) o maior valor foi observado no clone de cajueiro Faga 11. Ou seja, Embrapa 51 foi 55,55% (0,005 g cm<sup>-2</sup>) inferior ao Faga 11, aos 65 DAS. Entretanto não foi observado diferença significativa entre o Faga 11 e o CCP76 e Crioulo e este último e Embrapa 51. De acordo com Sereda et al. (2016) a esclerofilia é definida como uma resposta não específica a ambientes com múltiplos estresses ambientais, assim, plantas esclerófilas tem a capacidade desenvolver folhas resistentes à herbivoria, seca, baixa fertilidade

do solo (devido ao baixo teor de N e P) e/ou alta salinidade como uma medida conservativa de nutrientes e/ou massa verde.



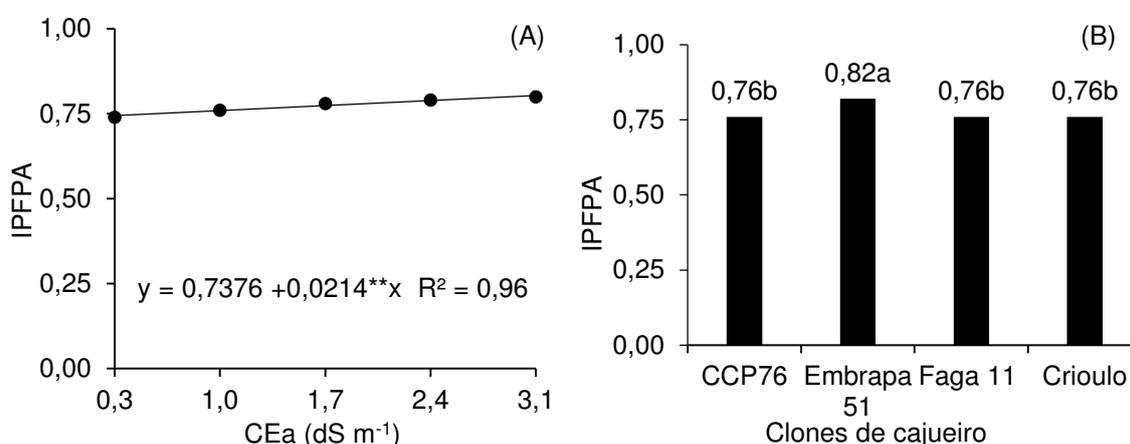
Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

**Figura 4:** Índice de esclerofilia – IEF de diferentes clones de cajueiro aos 65 dias após semeio – DAS.

O Índice produção de fitomassa seca da parte aérea (IPFPA) cresceu linearmente à medida que se aumentou os níveis salinos da água de irrigação. De acordo com a equação de regressão (Figura 5A) houve um ganho de 2,90% por aumento unitário na CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> apresentaram incremento de 8,12% em relação as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, sendo assim, o acúmulo de fitomassa da parte aérea foi maior em relação ao acúmulo de fitomassa radicular da planta, ou seja, a redução no acúmulo de fitomassa seca de raiz pode ser um mecanismo de defesa das plantas com intuito de reduzir a absorção de íons tóxicos. Esse aumento da massa pode estar relacionado com o fato das folhas nos níveis mais altos apresentarem-se mais grossas e menos flexíveis, como forma de adaptação para resistir ao efeito negativo da salinidade (SANTOS et al., 2016).

Para os diferentes clones de cajueiro pode-se observar de acordo com o teste de comparação de médias (Figura 5B), que o clone de cajueiro Embrapa 51 apresentou diferença significativa e superioridade no índice produção de fitomassa seca da parte aérea de 7,89% em relação aos outros clones estudados. Demonstrando que o cajueiro Embrapa 51 apresenta um maior desenvolvimento da parte aérea em relação aos demais clones avaliados, subentendendo que a translocação de fotoassimilados da folha é reduzido para

o crescimento radicular se depositando em grande parte no caule e folha, o que em condição de campo pode se tornar prejudicial, pois tende a reduzir a área de absorção de nutrientes e sustentação da planta, tornando mais sujeitas a condições de estresse hídrico (TWORKOSKI et al., 2016).

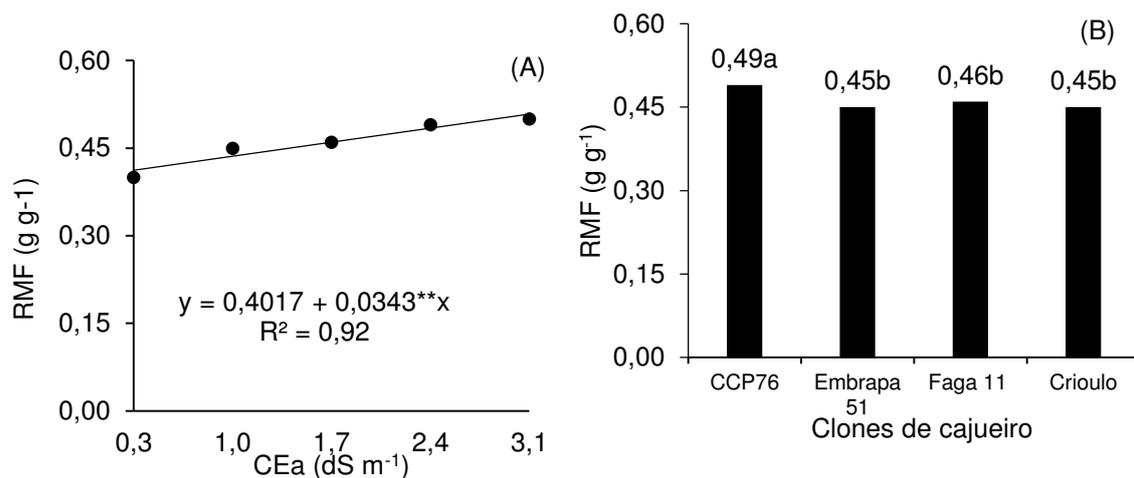


Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

**Figura 5:** Índice produção de fitomassa seca da parte aérea IPFPA em função da salinidade da água de irrigação - CEa (A) e diferentes clones de cajueiro (B) aos 65 dias após semeio – DAS.

A salinidade da água de irrigação proporcionou aumento linear da razão de massa foliar (Figura 6), com um acréscimo de 8,53%, por incremento unitário da CEa, ou seja, as plantas submetidas a CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> atingiu maior valor de RMF (0,50 g g<sup>-1</sup>), inferindo-se que ocorreu menor exportação de fitomassa da folha (considerada o centro de produção) para as demais partes da planta. Desse modo, sugere-se que o estresse salino reduziu atividade fotossintética, havendo menor produção e direcionamento de compostos sintetizados para as outras partes da planta (SOUZA et al., 2015).

No que se refere aos clones de cajueiro, percebe-se por meio da Figura 6B que o clone CCP 76 diferenciou-se significativamente dos demais clones, obtendo o maior valor razão de massa de foliar (0,49 g g<sup>-1</sup>) apresentando ganhos de 6,12% (Faga 11) e 8,16% (Embrapa 51 e Crioulo). Devido as folhas consistirem no principal centro de reações de fixação de carbono, plantas que apresentam uma reduzida taxa de translocação de fotoassimilados tendem apresentar uma maior fitomassa nas folhas (SHAKYA; LAL, 2018; KIHIRA et al., 2017), o que pode ter ocorrido com os clones de cajueiro CCP 76.



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

**Figura 6:** Razão de massa da folha - RMF em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A) e diferentes clones de cajueiro (B) aos 65 dias após semeio – DAS.

#### 6.4.4 CONCLUSÃO

A salinidade da água de irrigação de até  $1,72 \text{ dS m}^{-1}$  proporciona perdas de até 10% nas taxas de crescimento relativo de altura de planta e área foliar dos clones de cajueiro.

O Índice de produção de fitomassa seca da parte aérea e razão de massa da folha aumenta pelo acréscimo da condutividade elétrica da água de irrigação.

Os clones Embrapa 51 e Faga 11 apresentam os melhores resultados para as variáveis estudadas (IPFPA, IEF, TCRaf e TCRdc) aos 65 dias após semeio.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. A. G. Sucesso do cajueiro anão: clones de castanhas grandes e pesadas geneticamente desenvolvido para a indústria. In: Semana Internacional da Fruticultura, 9. Floricultura e Agroindústria, 2002, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria.
- AMORIM, A. V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. de. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.1, p.113-121, 2010.

- ARAÚJO, L. F de.; LIMA, R. E. M.; COSTA, L de. O da.; SILVEIRA, Ê. M. de C.; BEZERRA, M. A. Alocação de íons e crescimento de plantas de cajueiro anão-precoce irrigadas com água salina no campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18 (Suplemento), p.34–38, 2014.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. DE, S.; SANTOS, J. B dos.; FERNANDES, P. D. Interação entre salinidade do solo e nitrogênio no crescimento e troca gasosa em goiaba. **Revista Ambiente & Água** , v.13, n.3, p21-30. 2018.
- CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. Produção de mudas de cajueiro. **Embrapa Agroindústria Tropical**, v.43, n.3, p. 42, 2001.
- 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).
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA-SILVA, S. L.; VOIGT, E. L.; VIÉGAS, R. A.; PAIVA, J. R de.; SILVEIRA, J. A. G. Influência de porta-enxertos na resistência de mudas de cajueiro ao estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.4, p.361-367, 2009.
- GOMES, E. W. F. Variedades de bananeira tratadas com água salinizada em fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9 (Suplemento), p.31-36, 2005.
- HUNT, D. F.; SHIPLEY, B.; ASKEW, A. P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v.90, n.4, p.485-488, 2002.
- JIANG, J.; HUO, Z.; FENG, S.; ZHANG, C. Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in Northwest China. **Field Crops Research**, v.137, n.1, p.78-88, 2012.
- KIHIRA, M.; TANIGUCHI, K.; KANEKO, C.; ISHII, Y.; AOKI, H.; KOYANAGI, A.; FUJIMAKI, S. Arabidopsis thaliana FLO2 is involved in efficiency of photoassimilate translocation, which is associated with leaf growth and aging, yield of seeds and seed quality. **Plant and Cell Physiology**, v. 58, n. 3, p. 440-450, 2017.

- LIMA, G. S de.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; LOURENÇO, G. da S. Resposta da mamoneira cv. BRS Energia a diferentes níveis de salinidade da água e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.2, p.79-87, 2012.
- MANTOVANI, A. Leaf morpho-physiology and distribution of epiphytic aroids along a vertical gradiente in a Brazilian rain forest. **Selbyana**, v.20, n.2, p.241-249, 1999.
- FATIMA, R. T.; NOBRE, R. G.; PÁDUA SOUZA, L.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, S. G. Morphophysiology of “Crioulo” cashew rootstock seedlings under saline water irrigation and potassium silicate doses. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.23, n.6, p. 1-11, 2018.
- PONTE, L. F. A.; FERREIRA, O. S.; ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; PEREIRA, V. L. A.; SILVEIRA, J. A. G da. Variabilidade de indicadores fisiológicos de resistência à salinidade entre genótipos de cajueiro-anão e gigante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.1, p.1-8, 2011.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000, 117 p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado.
- SANTOS, D. P. dos.; SANTOS, C. S. dos.; SILVA, P. F. da.; PINHEIRO, M. P. M. A.; SANTOS, J. C. Crescimento e fitomassa da beterraba sob irrigação suplementar com água de diferentes concentrações salinas. **Revista. Ceres**, v.63, n.4, p. 509-516, 2016.
- SEREDA, F.; REISSMANN, C. B.; BOEGER, M. R.; MARQUES, R. Teores foliares e esclerofilia de *Calophyllum brasiliense* Cambess.(Clusiaceae) e suas relações edáficas no litoral do Estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v.43, n.4, 583-590, 2016.
- SHAKYA, R.; LAL, M. A. Photoassimilate translocation. In: **Plant Physiology, Development and Metabolism**. Singapore: Springer,, 2018. p. 227-251.
- SOUSA, A. B. O de.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.
- SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G. SILVA, E. M da.; SOUSA, F. F de.; SILVA, I. A da. Desenvolvimento de porta-enxerto de goiabeira sob irrigação com água

- salinizadas e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.2, p.176 -182, 2015.
- SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M de; LIMA, G. S de; PINHEIRO; F. W. A.; ALMEIDA; L. L. de S.; Formation of 'Crioula' guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.8, p.739-745, 2016.
- TORRES, E. C. M.; FREIRE, J. L. O.; OLIVEIRA, J. L. de; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A. de; SILVA, A. da. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v.2, n.2, p.71-78, 2014.
- TWORKOSKI, T., FAZIO, G., GLENN, D. M. Apple rootstock resistance to drought. **Scientia Horticulturae**, v. 204, p. 70-78, 2016.
- VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; MELO, D. S. **Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 481-508, 2013.
- VIKRAM, P.; FRANCO, J.; BURGUEÑO-FERREIRA, J.; LI, H.; SEHGAL, D.; PIERRE1, C. S.; ORTIZ, C.; SNELLER, C.; TATTARIS, M.; GUZMAN, C.; SANSALONI, C. P.; ELLIS, M.; FUENTES-DAVILA, G.; REYNOLDS, M.; SONDER, K.; SINGH, P.; PAYNE, T.; WENZL, P.; SHARMA, A.; BAINS, N. S.; SINGH, G. P.; CROSSA, J.; SINGH, S. Unlocking the genetic diversity of Creole wheats. **Scientific Reports**, v. 6, p. 23092, 2016.
- WERADUWAGE, S. M.; CHEN, J.; ANOZIE, F. C.; MORALES, A.; WEISE, S. E.; SHARKEY, T. D. The relationship between leaf area growth and biomass accumulation in *Arabidopsis thaliana*. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 167, 2015.

## **6.5 CAPÍTULO VI**

---

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **6.1.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

Considerado um dos principais fatores limitantes de rendimento das culturas agrícolas na região nordeste, a salinidade da água de irrigação ocasiona limitações no desenvolvimento da maioria das culturas, principalmente em sua fase inicial de desenvolvimento. Fato este observado no crescimento inicial das mudas de cajueiro, que pelos efeitos da elevada concentração de sais da água de irrigação teve como consequência a redução do vigor dos clones avaliados nessa pesquisa.

No entanto o clone de cajueiro CCP 76 apresenta destaque entre os clones de cajueiro avaliados, por apresentar uma certa tolerância a irrigação com águas salinas, CEa de até  $1,97 \text{ dS m}^{-1}$ , podendo assim serem empregados em novas pesquisas para a comprovação desta rusticidade e assim ser recomendado para viveristas e produtores como opção de material genético para a constituição de novas áreas agrícolas com problemas de saís.

Pesquisas que avaliam o desempenho inicial de cajueiro em condições estressantes se tornam importantes para analisar as limitações e o tempo necessário para a obtenção dos porta-enxertos. Nas condições desta pesquisa os clones apresentaram-se aptos a enxertia aos 65 dias. No entanto, não é possível afirmar o sucesso deste processo, o que nos leva a necessidade de pesquisas que comprovem o pegamento de mudas após o processo de enxertia.