



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



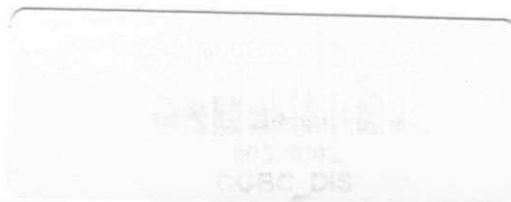
Centro de Ciências  
e Tecnologia

**DISSERTAÇÃO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**PRODUÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE CAJUEIRO ANÃO  
PRECOCE, USANDO ÁGUAS DE DIFERENTES SALINIDADES**

**IDELFONSO LEANDRO BEZERRA**

**Campina Grande - Paraíba**  
**DEZEMBRO- 2001**



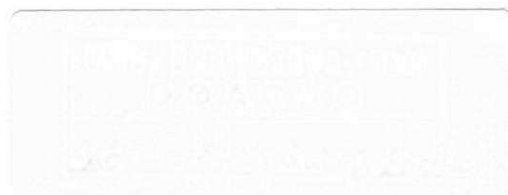
**IDELFONSO LEANDRO BEZERRA**  
**ENGENHEIRO AGRÔNOMO**

**PRODUÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE CAJUEIRO  
ANÃO PRECOCE, USANDO ÁGUAS DE DIFERENTES  
SALINIDADES**

Orientador: Prof. Dr. **HANS RAJ GHEYI**

Co-Orientador: Prof. Dr. **PEDRO DANTAS FERNANDES**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola (M.Sc.), Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.



**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**DEZEMBRO – 2001**



8574p Bezerra, Idelfonso Leandro  
Producao de mudas enxertadas de cajueiro anao precoce,  
usando aguas de diferentes salinidades / Idelfonso Leandro  
Bezerra. - Campina Grande, 2001.  
85 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Agricola) -  
Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e  
Tecnologia.

1. Irrigacao e Drenagem 2. Salinidade da Agua 3. Mud  
de Cajueiro 4. Dissertacao I. Gheyi, Hans Raj, Dr. II.  
Fernandes, Pedro Dantas, Dr. III. Universidade Federal da  
Paraiba - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 631.674(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

**COPEAG - PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

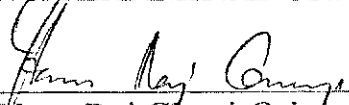
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

**IDELFONSO LEANDRO BEZERRA**

Título: "Produção de Mudanças Enxertadas de Cajueiro Anão Precoce, Usando Águas de Diferentes Salinidade".

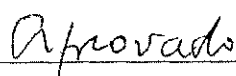
BANCA EXAMINADORA

PARECER


  
\_\_\_\_\_  
Dr. Hans Raj Gheyi-Orientador

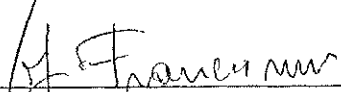
  
\_\_\_\_\_


  
\_\_\_\_\_  
Dr. Pedro Dantas Fernandes-Orientador

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Lourival Ferreira Cavalcante-Examinador

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Francismar de Medeiros-Examinador

  
\_\_\_\_\_

DEZEMBRO- 2001

*Em memória de meus avós.*

*José Bezerra de Souza e Maria Lucena das Neves*

*José Leandro Filho e Josefa Rolim Leandro*

*Em memória de minha tia.*

*Alaide Lucena Cezar*

*A minha querida esposa Kátia Vânia, que com sabedoria e paciência, apoiou-me nos momentos mais difíceis, durante o decorrer deste trabalho, e a minha querida filha, Samira, a quem nos trouxe alegria e felicidade.*

#### **DEDICO**

*Aos meus pais, José Bezerra Filho e Francisca Leandro Bezerra, exemplos de dedicação para com os filhos, aos quais devo minha formação moral e intelectual, bem como, aos meus irmãos Rosângela, Rosicleide, Icleidson, Iramirton e parentes.*

#### **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

*A DEUS, pela força e coragem nos momentos de dificuldades durante a realização deste curso.*

*Ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, pela oportunidade concedida à realização deste curso.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.*

*À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (EMBRAPA/CNPAT) - CE, pela oportunidade e apoio para a realização deste trabalho.*

*Ao pesquisador Francisco José de Seixas Santos, pelas orientações e sugestões apresentadas durante o desenvolvimento desse trabalho.*

*Aos Drs. Hans Raj Gheyi e Pedro Dantas Fernandes, pelos ensinamentos ministrados durante o curso e na redação desta dissertação, assim como, pela dedicação, apoio e orientação do trabalho.*

*As secretárias do Campo Experimental de Pacajus, Germana, Regilânia e aos funcionários Leto, William e Cosmo pelo apoio prestado durante a execução deste trabalho.*

*Ao pessoal do Laboratório de Solos e Água (LSA) da EMBRAPA/CNPAT, pelo auxílio dispensado.*

*À coordenação e aos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba, pelos conhecimentos técnicos/científicos repassado.*

*Aos colegas José Maria, Miguel, Armindo, Nildo, Sérgio Viana, Paulo Torres, Frederico Antônio, Paulo César, Carlos Henrique, Cláudio, Edgley, Marcos, Juraci, Servulo, Marcos e Patrício, pelo proveitoso convívio, bem como, a Marcelo Tavares, Reginaldo Gomes e Cardoso Neto, pelas valiosas ajudas e incentivos constantes.*

*À minha esposa Kátia Vânia, pelo apoio e estímulo durante o período do curso.*

*Aos meus pais, José Bezerra Filho e Francisca Leandro Bezerra, pelos esforços dispendidos na minha formação moral e intelectual, e irmãos, Rosângela, Rosicleide, Icleidson e Iramirton.*

*Finalmente, a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram na realização deste trabalho.*

## ÍNDICE

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. A CULTURA DO CAJUEIRO .....	3
2.2. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO CAJUEIRO .....	5
2.3. QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO .....	6
2.4. EFEITO DOS SAIS SOBRE AS PLANTAS .....	9
2.4.1. <i>Efeito osmótico</i> .....	10
2.4.2. <i>Efeito tóxico</i> .....	11
2.4.3. <i>Efeito nutricional</i> .....	13
2.5. TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE.....	15
2.5.1. <i>Mecanismos de tolerância</i> .....	17
2.5.1.1. Mecanismo morfológico.....	19
2.5.1.2. Mecanismo fisiológico .....	19
2.6. SALINIDADE EM CAJUEIRO ANÃO PRECOCE.....	21
2.7. ANÁLISE DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO .....	23
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	26
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO / SUBSTRATO .....	27
3.3. PREPARO DAS ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO .....	27
3.4. TRATAMENTOS .....	29
3.5. MATERIAL GENÉTICO .....	29
3.6. INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	29
3.7. VARIÁVEIS ANALISADAS .....	31
3.7.1. <i>Germinação das sementes</i> .....	31
3.7.2. <i>Cresecimento e desenvolvimento</i> .....	31
3.7.2.1. Altura de planta, número de folhas e área foliar .....	32
3.7.2.2. Diâmetro do caule.....	32
3.7.2.3. Percentagem de plantas aptas à enxertia (PAE) .....	32
3.7.2.4. Percentagens de pegamento do enxerto e de plantas mortas (PPE e PPM).....	32
3.7.2.5. Fitomassa.....	33
3.7.3. <i>Índices fisiológicos</i> .....	33
3.7.3.1. Taxa de crescimento absoluto .....	33
3.7.3.2. Taxa de crescimento relativo.....	33
3.7.3.3. Razão de área foliar .....	34
3.7.3.4. Taxa de assimilação líquida .....	34
3.7.3.5. Relação raiz / parte aérea .....	34
3.7.3.6. Teor de água das folhas (TA <sub>F</sub> ) e do caule (TA <sub>C</sub> ).....	35
3.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	35

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
4.1. GERMINAÇÃO.....	36
4.2. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO PORTA-ENXERTO.....	39
4.2.1. Número de folhas (NI).....	39
4.2.2. Altura de planta (AP).....	39
4.2.3. Diâmetro de caule (DC).....	40
4.2.4. Fitomassa verde (FVPA) e seca (FSPA) da parte aérea.....	43
4.2.5. Fitomassa seca da raiz (FSR) e total (FST).....	45
4.2.6. Índices Fisiológicos.....	47
4.2.6.1. Área foliar (AF).....	47
4.2.6.2. Razão de área foliar (RAF).....	48
4.2.6.3. Relação raiz / parte aérea (R/PA).....	48
4.2.6.4. Taxa de crescimento absoluto (TCA).....	51
4.2.6.5. Taxa de crescimento relativo (TCR).....	52
4.2.6.6. Taxa de assimilação líquida (TAL).....	52
4.2.7. Plantas aptas à enxertia (PAE).....	54
4.3. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ENXERTO.....	55
4.3.1. Percentagem de pegamento do enxerto (PPE).....	55
4.3.2. Número de folhas (NF).....	57
4.3.3. Altura de planta (AP).....	57
4.3.4. Diâmetro de caule (DC).....	58
4.3.5. Fitomassa verde (FVPA) e seca da parte aérea (PSPA).....	59
4.3.6. Fitomassa seca da raiz (FSR) e total (FST).....	60
4.3.7. Índices fisiológicos.....	62
4.3.7.1. Taxas de crescimento absoluto (TCA), relativo (TCR) e de assimilação líquida (TAL).....	62
4.3.7.2. Área foliar (AF).....	64
4.3.7.3. Razão de área foliar (RAF).....	64
4.3.7.4. Relação raiz / parte aérea (R/PA).....	65
4.3.7.5. Teor de água das folhas (TAF) e no caule (TAC).....	65
4.4. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DE DRENAGEM (CEAD), FATOR DE CONCENTRAÇÃO (FC), FRAÇÃO DE LIXIVIAÇÃO (FL) E CONSUMO DE ÁGUA (CA) ...	67
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>71</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>73</b>
<b>7. APÊNDICES.....</b>	<b>83</b>



### LISTA DE TABELAS

1. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade. ....	8
2. Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.....	9
3. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação. ....	9
4. Dados meteorológicos da estação do INMET (EMBRAPA/Agroindústria Tropical) do Campo Experimental de Pacajus - (CEP) referentes ao período do experimento (janeiro a maio/2001). ....	26
5. Características químicas do substrato utilizado no experimento.....	27
6. Análise química da água de poço do sistema de irrigação – CEP (Pacajus).....	28
7. Volumes de diferentes soluções utilizados no preparo das águas de irrigação.....	28
8. Resumo de ANAVA e médias para percentagem de germinação (PG) número de dias para germinação (NDG) e índice de velocidade de emergência (IVE) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce em diferentes níveis de salinidade (CEa), aos 25 dias após a semeadura (DAS).....	38
9. Resumo de ANAVA e médias para número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS). ....	41
10. Desdobramento da interação e médias para diâmetro de caule (DC) aos 25 dias após a semeadura (DAS) e altura de planta (AP) aos 40 (DAS) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce. ....	42
11. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa verde (FVPA) e seca (FSPA) da parte aérea de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS).....	44
12. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa seca de raiz (FSR) e fitomassa seca total (FST) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS). ....	46
13. Resumo de ANAVA e médias para razão de área foliar (RAF), área foliar (AF) e relação raiz / parte aérea (R/PA) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após semeadura (DAS). ....	50
14. Resumo de ANAVA e médias para taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS).....	53
15. Resumo de ANAVA e médias para percentagem de plantas aptas a enxertia (NPAE), aos 40 DAS de dois porta-enxertos (CCP06 e CCP1001) de cajueiro anão precoce. ....	54
16. Resumo de ANAVA e médias para percentagem de pegamento (PPE) e percentagem de plantas mortas (PPM), aos 30 e 45 dias após a enxertia (DAE) no desenvolvimento do clone CCP76.....	56

17. Resumo de ANAVA e médias para número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos, aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE). ..... 58
18. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa verde (FVPA) e seca (FSPA) da parte aérea no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE). ..... 60
19. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa seca de raiz (FSR) e fitomassa seca total (FST) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE). ..... 61
20. Resumo de ANAVA e médias para taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos aos 45 e 60 DAE. .... 63
21. Resumo de ANAVA e médias para razão de área foliar (RAF) e relação raiz / parte aérea (R/PA) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE). ..... 66
22. Resumo de ANAVA e médias para teor de água na folha (TAF) e teor de água no caule (TAC) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em ambos porta-enxertos aos 60 dias após a enxertia (DAE). ..... 67
23. Resumo da condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), fator de concentração (FC) da água de drenagem, fração de lixiviação (FL) e consumo de água (CA) por tubete, correspondendo ao período de produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce ..... 69

## LISTA DE FIGURAS

1. Número de dias para germinação – NDG (a) e índice de velocidade de emergência – IVE (b), em relação a salinidade da água de irrigação aos 25 dias após semeadura (DAS) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce .....38
2. Número de folhas (NF) aos 25 e 40 DAS (a), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) dos clones CCP06 e CCP1001 (b e c), em função da salinidade da água de irrigação. ....43
3. Fitomassa verde da parte aérea – FVPA (a) e seca – FSPA (b); fitomassa seca da raiz – FSR (c); fitomassa seca total – FST (d), em função da salinidade da água de irrigação aos 25 e 40 dias após semeadura (DAS) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce. ....47
4. Área foliar – AF (a), razão de área foliar – RAF (b) e relação raiz / parte aérea – R/PA (c), em função da salinidade da água de irrigação aos 25 e 40 DAS de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce. ....51
5. Taxa de crescimento absoluto (TCA), em função da salinidade da água de irrigação aos 25 e 40 DAS de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce. ....53
6. Percentagem de pegamento – PP (a) e percentagem de plantas mortas – PPM (b), em função da salinidade da água de irrigação aos 30 e 45 dias após a enxertia (DAE) no desenvolvimento do enxerto CCP76. ....57
7. Número de folhas – NF (a), altura de planta – AP (b) e diâmetro de caule – DC (c), resultantes do desenvolvimento do enxerto CCP76, aos 45 e 60 dias após enxertia nos porta-enxertos CCP06 e CCP1001, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. ....59
8. Fitomassa verde da parte aérea – FVPA (a) e seca – FSPA (b), fitomassa seca da raiz – FSR (c) e fitomassa seca total – FST (d) resultantes do desenvolvimento do enxerto CCP76, aos 45 e 60 dias após enxertia nos porta-enxertos CCP06 e CCP1001, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. ....62

9. Taxa de assimilação líquida (TAL) resultante do desenvolvimento do enxerto CCP76, ao 60 dias após enxertia nos porta-enxertos CCP06 e CCP1001, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. .... 63
10. Área foliar – AF (a), razão de área foliar – RAF (b) e relação raiz/parte aérea – R/PA (c) resultantes do desenvolvimento do enxerto CCP76, aos 45 e 60 dias após enxertia em porta-enxertos CCP06 e CCP1001, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. .... 66
11. Comportamento médios da condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), do fator de concentração (FC), fração de lixiviação (FL), consumo de água (CA) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)..... 70
12. Comportamento médios da condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), em função da salinidade da água de irrigação (CEa) para o período de realização do experimento. .... 70

## RESUMO

O presente trabalho foi conduzido em condições de viveiro no Campo Experimental de Pacajus (CEP) pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no município de Pacajus - CE, durante o período de janeiro a maio de 2001, com o objetivo de estudar os efeitos da salinidade da água de irrigação em diferentes genótipos de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) na fase de germinação e crescimento dos porta-enxertos e no desenvolvimento do enxerto. Os tratamentos consistiram de seis níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 dS m<sup>-1</sup>) testados em dois clones de cajueiro anão precoce (CCP06 e CCP1001) recomendados como porta-enxertos. Foi utilizado como enxerto o clone (CCP76), por apresentar boa produtividade e melhor aceitação no mercado de frutos “in natura”. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 6x2, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas cada uma formada por 54 plantas. As águas de irrigação foram preparadas a partir dos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6 H<sub>2</sub>O, mantendo a proporção equivalente 7:2:1 entre Na:Ca:Mg, respectivamente. Nos porta-enxertos foram avaliadas aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS), as variáveis: dias para germinação, percentagem de plântulas emergidas, índice de velocidade de emergência, índices de crescimento (número de folhas, altura de planta, diâmetro de caule, área foliar, fitomassa verde da parte aérea, fitomassa seca das raízes e da parte aérea e total), índices fisiológicos (taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida, razão de área foliar e relação raiz / parte aérea). Também foram avaliadas estas mesmas variáveis aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE) acrescidas do teor de água na folha e no caule, em uma única avaliação, aos 60 DAE. A salinidade da água de irrigação não afetou significativamente a percentagem de plântulas emergidas, mas retardou a fase de germinação. O aumento da salinidade da água de irrigação induziu redução significativa no crescimento vegetativo (número de folhas, altura de planta, diâmetro de caule, área foliar, fitomassa verde da parte aérea, fitomassa seca da parte aérea, de raiz e total), em ambos os porta-enxertos. O efeito da salinidade foi mais severo sobre a parte aérea do que sobre o sistema radicular. Com incremento da salinidade houve aumento significativo na relação raiz/parte aérea e decréscimo na taxa de crescimento absoluto. O porta-enxerto CCP06 revelou-se mais tolerante à salinidade, em termos de

diâmetro e altura de planta e no número de plantas enxertadas, quando comparado com o porta-enxerto CCP1001. O aumento da CEa influenciou significativamente na percentagem de pegamento do enxerto, sem variar entre os porta-enxertos. A CEa acima de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  causou a morte de todas as plantas enxertadas, permitindo concluir que o enxerto CCP76 sobre os porta-enxertos, nas condições do presente estudo, é mais sensível à salinidade quando a água de irrigação tem condutividade elétrica a partir de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . As variáveis condutividade elétrica de água drenada (CEad), fração de lixiviação (FL), fator de concentração (FC) e consumo de água (CA) foram influenciadas também com o incremento da condutividade da água de irrigação, ocorrendo aumento da CEad do efluente e da FL, enquanto que o FC teve uma relação inversa com a FL. O consumo de água foi reduzido com o aumento da CEa, em ambos os porta-enxertos de forma similar.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Anacardium occidentale*, condutividade elétrica, mudas, estresse salino

**PRODUCTION OF GRAFTED SEEDLINGS OF PRECOCIOUS DWARF  
CASHEW USING WATERS OF DIFFERENT SALINITY**

**ABSTRACT**

The present study was conducted under greenhouse conditions in the Experimental Field of Pacajus (EFP) belonging to EMBRAPA Tropical Agroindustria, located in the municipal of Pacajus – CE, during the period of January to May, 2001, having as objective to study the effects of water salinity in different genotypes of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in the germination phase and initial development of the rootstock and after grafting. The treatments consisted of six levels electrical conductivity of irrigation water – ECw (0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5 e 5.5 and  $\text{dS m}^{-1}$ ) tested in two clones of precocious dwarf cashew (CCP06 and CCP1001) recommended as rootstock. As graft, the clone (CCP76) was used because of its good productivity and acceptance in the market. The experiment was carried out in randomized block design, in 6x2 factorial scheme, with four repetitions, totaling 48 units each formed of 54 plants. The irrigation waters were prepared using NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , keeping equivalent ratio 7:2:1 among Na:Ca:Mg, respectively. The plants were appraised 25 and 40 days after seeding (DAS); the variables evaluated in the rootstock were: days for germination; percentage of emerged plantlings; growth indices (leaf number, plant height, stem diameter, leaf area, green weight of the aerial parts, dry weight of the roots and of the aerial plants and total) and physiologic indices (absolute growth rate, relative growth rate, net assimilation rate, ratio of leaf area and root / aerial parts). The salinity levels of the irrigation water did not affect the germination percentage significantly but prolonged the duration of germination phase. Same variables were also appraised 45 and 60 days after grafting (DAG), in the graft in addition to water content of the leaf and the stem 60 DAG. The salinity of irrigation water did not affect the percentage of emerged plantlings significantly but it delayed the germination phase. The increase in salinity of irrigation water induced significant reduction in the vegetative growth in both rootstocks, the number of leaves, plant height, stem diameter, leaf area, green weight of the aerial parts, dry weights of aerial parts, roots and total; the effect of salinity was more severe on the aerial parts than on the root system. With the increment

of the salinity there was significant increase in the root/aerial parts ratio and decrease in absolute growth rate. The growth of the rootstock CCP06 presented greater tolerance to the salinity in terms of development of the diameter, plant height and in the number of grafted plants when compared to the rootstock CCP1001. The increase of EC<sub>w</sub> influenced significantly in the percentage of living plantling after graftings, though it did not vary with rootstocks. EC<sub>w</sub> above 2.5 dS m<sup>-1</sup> caused the death of all plantlings of the grafted plants permitting to conclude that the grafting of CCP76 on the rootstock under the conditions of the present study, has greater susceptibility to water salinity above electrical conductivity of 2.5 dS m<sup>-1</sup>. The variables electrical conductivity of drained water (EC<sub>d</sub>), leaching fraction (LF), concentration factor (CF) and consumption of water (C<sub>w</sub>), these were influenced with the increment of the conductivity of irrigation water, occurring increase of EC<sub>d</sub> and of LF, while CF had an inverse relationship with LF. The consumption of water was found to decrease with the increase of EC<sub>w</sub> in both the rootstocks in a similar way.

**KEY-WORDS:** *Anacardium occidentale*, electrical conductivity, seedlings, salinity stress



## **1. INTRODUÇÃO**

O cajueiro ocupa lugar de destaque entre as plantas frutíferas tropicais em face a aceitação e comercialização de seus produtos, como a amêndoa e o líquido contido no mesocarpo da castanha. Essa frutífera assume grande importância no mercado internacional e participa de forma expressiva, como atividade econômica e social para o Nordeste. No Brasil, os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí produzem aproximadamente 126 mil toneladas de castanhas de caju, em uma área de 630 mil hectares. Desse total são exportados 28 mil toneladas de castanha, garantindo renda para mais de 300 mil pessoas e gerando divisas de mais de 135 milhões de dólares anuais (FNP, 1998). Além da castanha, utiliza-se também o pedúnculo, cujo potencial de aproveitamento, nas mais diferentes formas, poderá torná-lo o principal produto de exploração (Ramos et al., 1996).

Resultados de pesquisas destacam-se a criação de novas variedades mais produtivas, como é o caso mais notável das cultivares de cajueiro anão precoce, com índices de produtividade muito maiores que as tradicionais variedades. Esse novo material apresenta caráter precoce produzindo no início do segundo ou terceiro ano após plantio e atinge produção com estabilidade em torno do quinto ano, podendo ser cultivadas tanto em áreas irrigadas quanto sob condição de sequeiro. Outras pesquisas aperfeiçoaram a técnica de preparação de substratos e acondicionamento das mudas permitindo a obtenção de plantas mais vigorosas devido a nutrição ser mais eficiente com menos custos de produção, uma vez que é evidente a economia de espaço, água e de substratos (Silva & Silva, 1999).

No Nordeste, o clima é caracterizado pela alta evaporação e precipitação insuficiente para uma adequada lavagem dos sais, sendo portanto, de suma importância o estudo das culturas de relevância para a região, quando submetidas aos efeitos dos sais. Nesses estudos, busca-se a definição de parâmetros de tolerância das culturas à salinidade, para se estabelecer o grau de restrição de uso das águas utilizadas na irrigação (Ayers & Westcot, 1999). No entanto, o manejo inadequado da irrigação nas regiões de clima semi-árido, como predomina no Nordeste brasileiro, torna a salinização do solo inevitável. Um manejo racional da irrigação envolve tanto os aspectos quantitativos, para economia de água, como qualitativos, para prevenção dos problemas causados por sais (Holanda & Amorim, 1997; Cavalcante et al., 2001).

A salinidade dos solos, de acordo com Coelho (1983), tem-se constituído num dos mais sérios problemas para a agricultura irrigada em diversas partes do mundo. Conforme Postel (1989), em nível global, um quarto de toda a área irrigada encontra-se seriamente afetada por sais, agravando-se a cada ano, especialmente nos locais onde a irrigação é praticada sem o manejo racional de água e do solo. No Nordeste do Brasil, são aproximadamente nove milhões de hectares, cobrindo sete Estados. Na Bahia, está a maior área de solos afetados por sais do país (em torno de 44% do total), seguido pelo Ceará, com aproximadamente 25,5% (Fageria & Gheyi, 1997).

Existe uma grande variabilidade de comportamento entre as culturas em relação aos limites de tolerância à salinidade. Dentro de uma mesma espécie, pode haver variações entre genótipos e, ainda, para um mesmo genótipo, o nível de tolerância pode variar entre fases de desenvolvimento (Maas & Hoffmann, 1977; Maas, 1986). Todavia, a maioria das espécies cultivadas de importância econômica é relativamente sensível à salinidade na germinação e quase todas as culturas não toleram condições permanentes de salinidade no solo (Kramer, 1984).

Com base nas considerações apresentadas, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do uso de águas de irrigação com diferentes níveis de condutividade elétrica, sobre a formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A cultura do cajueiro**

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertence ao gênero *Anacardium*, da família *Anacardiaceae*, dentre os vários tipos, destaca-se o cajueiro comum e o cajueiro anão precoce, também conhecido como cajueiro de seis meses. Esse último tem características agronômicas definidas, que as diferenciam do cajueiro comum, como porte reduzido, precocidade e duração do período de floração; botanicamente não possui ainda uma classificação definida, podendo ser chamado de *Anacardium occidentale* variedade comum ou simplesmente caracterizado por um ecotipo do cajueiro-comum (Cavalcanti Junior, 1994).

Busca-se para o cajueiro um tipo genético que permita uma exploração racional e viabilidade econômica, através dos modernos sistemas de produção desenvolvidos para as frutíferas, nos quais utilizam-se plantas de porte baixo, precoces, mas com potencial produtivo promissor associado à qualidade do produto, com o objetivo de se alcançar índices elevados de produção em menor espaço de tempo. Dos tipos varietais mais conhecidos, destacam-se o “cajueiro comum” e o “cajueiro anão precoce” (Lima, 1988).

No Brasil, o cajueiro encontra-se em quase todos os estados, adaptando-se com maior viabilidade às regiões costeiras do Nordeste, faz parte da vegetação de praias e dunas, além das formações de restingas, o que permite supor-se que a sua origem fitogenética reside nos limitrofes da mata amazônica ou cerrados com ecossistemas da região Nordeste onde se verifica maior diversidade e adaptação da cultura (Lima, 1986).

Maia (1978), ao estudar a origem e distribuição do cajueiro, verificou ser encontrado basicamente em todo o território brasileiro com predominância no Nordeste, onde se encontra a maior concentração de plantas espontâneas, distribuídas desde o litoral até o alto Sertão. No Estado do Ceará ocorre, principalmente, nas regiões litorâneas e zonas de transição litoral-sertão.

O cajueiro anão-precoce é uma planta característica de clima tropical, cultivado em regiões com pluviosidade compreendida entre 750 a 1500 mm, distribuídos num período de 5 a 7 meses com uma estação seca bem definida. A planta desenvolve-se e produz em locais com temperaturas médias de 32°C (máxima) e 20°C (mínima) e onde não haja declínio acentuado da temperatura e geadas. É cultura tolerante a elevada umidade relativa, embora valores acima de 80%, no período reprodutivo, comprometam a produção e a qualidade da castanha. Os solos indicados para o cultivo do cajueiro anão-precoce são profundos, bem drenados, com relevo plano e suave ondulado. O cajueiro anão-precoce, quando cultivado sob condições de irrigação, aumenta a produtividade média de castanha, passando de 367 para 4.601 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Pessoa et al., 1998).

Como a cultura se tornou importante do ponto de vista comercial, o cajueiro foi levado para diferentes regiões do mundo, caracterizadas por oscilações climáticas dos tipos: *Af*, *Am*, *Aw*, *BSh* e *BWh*. Em termos comparativos, todos os tipos de clima "A" se encontram no Brasil, nas regiões onde o cajueiro é nativo. Os climas *Aw*, são definidas por uma estação árida, predominam nas áreas mais vastas tanto no Brasil como em outros países para onde o cajueiro foi disseminado (EMBRAPA/CNPAT, 1993).

O cajueiro caracteriza-se por apresentar crescimento intermitente, ou seja, com interrupções em diferentes níveis de intensidade nas diversas fases do crescimento e desenvolvimento da planta, como queda de folhas, floração e frutificação. Essas fenofases, apesar de inter-relacionadas, podem evidenciar exigências diferentes com relação aos fatores ambientais (Lima, 1988).

## 2.2. Propagação vegetativa do cajueiro

A propagação de plantas tem sido uma importante função da humanidade desde o início da civilização. A partir da grande diversidade e variação de plantas foi possível selecionar vegetais úteis à humanidade e desenvolver novos tipos pela engenharia genética. No entanto Paterniani (1988) comenta que das 30.000 espécies de plantas descritas, o homem usou para a sua alimentação em torno de 3.000; acrescenta que, atualmente, cerca de 300 são utilizadas e destas apenas 15 contribuem para quase 90% da alimentação humana. Tal aspecto demonstra a grande seletividade e redução da diversidade de espécies utilizadas pelo homem.

Dentre os métodos de propagação vegetativa a enxertia ainda é um dos mais utilizados na fruticultura, destacando-se os tipos por borbullia e por garfagem à inglesa, sendo este último o mais eficiente em cajueiro, alcançando alto índice de pegamento de enxerto, da ordem de até 90%, limitando-se, entretanto, a sua utilização por exigir estrutura coberta. Foi então desenvolvido o método de borbullia e a técnica da poda de cajueiro que permitem a produção de mudas durante todo ano, a céu aberto dispensando a construção de estruturas cobertas, sendo a borbullia o método de enxertia atualmente mais recomendado (Almeida et al., 1991).

Na formação do porta-enxerto devem ser utilizadas sementes oriundas, preferencialmente, de jardins clonais, constituídos de plantas matrizes com aspecto fitossanitário compatível, precoces e uniformes quanto a altura, diâmetro do caule, redução do porte, qualidade da castanha, pedúnculo grandes e elevada produtividade (Parente, 1991).

Os porta-enxertos utilizados na multiplicação do cajueiro são provenientes de sementes, não existindo tipos específicos. Nenhum efeito adverso tem sido encontrado em plantas enxertadas, que possa ser atribuído ao porta-enxerto, como variações de crescimento ou incompatibilidade entre o porta-enxerto e a planta copa (Argles, 1976).

No jardim clonal obtêm-se propágulos vegetativos (garfos ou borbullas) necessários à realização de enxertia. O local de produção dos porta-enxertos deve ser a céu aberto, próximo a uma fonte de água de boa qualidade, em posição centralizada e de fácil

acesso na propriedade. Desaconselha-se a localização do viveiro debaixo do próprio cajueiro ou de outras espécies de plantas, para evitar a infestação das mudas por fungos e ataques por pragas (Cabarjal et al., 1995).

O tempo da sementeira a germinação varia de acordo com a temperatura, umidade e estado da semente. A germinação das castanhas novas se dá em média, de 12 a 20 dias após a sementeira, podendo alcançar índices de germinação de 98 a 100%. Estudos demonstram que as sementes têm maior percentagem de germinação e emergem mais rapidamente a uma temperatura ambiente de 35°C do que quando submetidas à temperatura de 25°, 20° e 15°C. Quando mantidas à temperatura de 10°C, as sementes não germinam e a 40°C ocorre uma diminuição acentuada no processo de germinação e vigor das plântulas (Gadelha et al., 1994).

### **2.3. Qualidade da água de irrigação**

A água é essencial para a vida das plantas, tanto no sentido bioquímico como biofísico e suas influências são internas e ambientais (Benincasa, 1988). De acordo com Sutcliffe (1980) por ser o principal constituinte das células vegetais e pode atingir até 95% do peso total da planta, se constitui em fator vital à produção, uma vez que participa de todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos essenciais ao seu desenvolvimento. Dentre as características mais importantes que qualificam uma água para uso na agricultura, destaca-se a concentração total de sais solúveis, a concentração relativa de sódio em relação ao cálcio, potássio, magnésio e a presença de oligoelementos (Holanda & Amorim, 1997).

Toda e qualquer água contém sais solúveis, em quantidades e proporções variáveis, independentemente de sua origem. Assim, qualquer adição de água ao solo, quer seja por ascensão capilar do lençol freático ou pela irrigação, implica, na adição de sais ao perfil. Portanto, se não for manejada corretamente, a água de irrigação, mesmo que seja de excelente qualidade, pode tornar-se um fator de salinização do solo (Reeve & Fireman, 1967; Molen, 1974; Pizarro, 1985).

De acordo com Doncen (1975), Shalhevet & Kamburov (1976) e Medeiros (1992), a água de irrigação contém, na maioria das vezes, uma composição química

constituída de sais de sódio, cálcio, magnésio e potássio, na forma de cloretos, sulfatos, bicarbonatos e carbonatos, os quais podem apresentar diferentes proporções, dependendo da fonte de água, de sua localização geográfica e época de coleta. Porém, apesar de diversos fatores influenciarem sobre a composição e concentração de sais das águas utilizadas em irrigação, as variações não são muito acentuadas em uma determinada região.

Leprun (1983), trabalhando em condições do Nordeste, observou que a salinidade da água, em média, varia na seguinte ordem: açudes < cacimbões < poços rasos, havendo, também, grande variação na concentração da água de açudes, entre a estação chuvosa e a seca. O autor observou que a composição iônica das diferentes fontes é a seguinte:  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{K}^+$  e  $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{--}$ .

Conforme Wilcox & Durum (1967), a adequabilidade da água para irrigação depende tanto de sua própria qualidade quanto de fatores relacionados às condições de uso. Assim, uma mesma classe de água de irrigação pode ser considerada perfeitamente adequada para certos tipos de solo ou de cultura e inadequada para outros (Hoorn, 1971).

Além das características físico-químicas da água, outros fatores devem ser consideradas quando da sua avaliação e recomendação de uso para agricultura. Dentre os fatores, podem ser apontados o manejo da irrigação e drenagem, as características do solo, a tolerância das culturas à salinidade e as condições climáticas (Logan, 1965; Palacios & Aceves, 1970; Rhoades, 1972; Kovda et al., 1973; Christiansen et al., 1977; Frenkel, 1984).

A avaliação da qualidade de água para irrigação, deve ser dita em relação a cinco critérios básicos: concentração total de sais solúveis (salinidade); proporção relativa de sódio em relação ao cálcio e magnésio (sodicidade); concentração de elementos tóxicos; concentração de carbonatos e bicarbonatos, além do aspecto sanitário (Bernardo, 1995). O efeito principal da salinidade é de natureza osmótica, podendo afetar diretamente o rendimento das culturas. A sodicidade se refere ao efeito relativo do sódio da água de irrigação, tendendo a elevar a percentagem de sódio trocável no solo (PST), com danos nas propriedades físico-químicas, provocando problemas de infiltração. A toxicidade diz respeito ao efeito específico de certos íons sobre as plantas, afetando o rendimento, independentemente do efeito osmótico. Em alguns casos, o efeito iônico pode se manifestar na forma de desequilíbrio nutricional (Holanda & Amorim, 1997).

As variáveis mais utilizadas no estudo das águas para irrigação são: acidez (pH); condutividade elétrica (CE); teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, carbonato, bicarbonato e boro; total de sólidos dissolvidos (TSD); relação de adsorção de sódio (RAS); percentagem de sódio solúvel (%Na); soma de cátions e soma de ânions (Bernardo, 1995; Holanda & Amorim, 1997).

Atualmente, a água de irrigação é classificada em relação a três parâmetros, sendo o primeiro relacionado ao risco de salinidade, vindo, depois, o de sodicidade ou de problemas de infiltração e, por último, o risco de toxicidade por íons específicos (Ayers & Westcot, 1999). Medeiros & Gheyi (1994) enfatizam a necessidade do desenvolvimento de um sistema de classificação de água, próprio para as condições brasileiras, como base para se prognosticar de forma mais segura ao efeito quando usada na irrigação. Diante disso a classificação quanto à salinidade utilizada é a proposta pela UCCC (University of California Committee of Consultants), citada em Frenkel (1984) e Pizarro (1985), por não ser tão conservadora como a de Richards (1977) e tão pouco genérica como a de Ayers & Westcot (1999). Com respeito à sodicidade ou aos problemas de infiltração e à toxicidade específica, as diretrizes apresentadas por Ayers & Westcot (1999) são adequadas. As referidas proposições de classificação, quanto ao risco de salinidade e sodicidade, encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente e as indicativas com respeito à toxicidade iônica encontram-se na Tabela 3.

Tabela 1. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade.

Classe de salinidade	Richards (1977)	UCCC <sup>1</sup>	Risco de salinidade	Ayers & Westcot (1999)	Grau de Restrição
	Faixas de CEa (dS m <sup>-1</sup> )			Faixas de CEa (dS m <sup>-1</sup> )	
C <sub>1</sub>	< 0,25	< 0,75	Baixo	< 0,7	Nenhum
C <sub>2</sub>	0,25 – 0,75	0,75 – 1,50	Médio	0,7 – 3,0	Moderado
C <sub>3</sub>	0,75 – 2,25	1,50 – 3,00	Alto	> 3,0	Severo
C <sub>4</sub>	> 2,25	> 3,00	Muito alto	-	-

<sup>1</sup> Citada por Frenkel (1984).



Tabela 2. Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.

RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	Grau de restrição		
	Nenhum	Ligeira e moderada	Severa
	----- CEa (d S m <sup>-1</sup> ) -----		
0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
3 – 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
6 – 12	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
12 – 20	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
20 – 40	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

Fonte: Ayers & Westcot (1999).

Tabela 3. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação.

Íon específico (afeta culturas sensíveis)	Unidade	Grau de restrição para uso		
		Nenhum	Ligeira a moderada	Severa
Sódio, irrigação por superfície	RAS	< 3	3 – 9	> 9
Sódio, irrigação por aspersão	meq L <sup>-1</sup>	< 3	> 3	-
Cloreto, irrigação por superfície	meq L <sup>-1</sup>	< 4	4 – 10	> 10
Cloreto, irrigação por aspersão	meq L <sup>-1</sup>	< 3	> 3	-
Boro	mg L <sup>-1</sup>	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0

Fonte: Ayers & Westcot (1999).

#### 2.4. Efeito dos sais sobre as plantas

Muitos pesquisadores estudaram o comportamento das culturas à salinidade e concluíram que, em geral, as plantas cultivadas são mais sensíveis à salinidade nas suas primeiras etapas de desenvolvimento. Partindo desta constatação torna-se imprescindível o conhecimento dos efeitos dos sais nas diferentes etapas das culturas.

Durante a germinação, queda na absorção de água pode limitar o crescimento do eixo embrionário, tendo em vista que a água acelera os processos metabólicos. A absorção é feita em função da diferença de potencial entre a semente e o meio, reduzindo-se a valores mais baixos do que os componentes de potencial total da água existentes no solo. A germinação é o processo compreendido desde o início da absorção de água e a emergência de parte do embrião, em geral, a radícula emerge da semente (Bewley & Black, 1978).

A salinidade exerce os mais variados efeitos sob o desenvolvimento das plantas e qualidade da produção. Essa agressividade depende de fatores como, natureza e quantidade de sais solúveis no solo e na água, natureza do material biológico, espécie e sua tolerância à salinidade, estágio de desenvolvimento da cultura e demanda atmosféricas, além do manejo de irrigação (Ingvalson et al., 1976; Korkor & Hillal, 1976).

Os sais podem afetar o desenvolvimento das plantas em função da elevada concentração e reduzir a pressão osmótica, interferindo na disponibilidade de água aos vegetais. Pode haver também o efeito tóxico de íons específicos, como sódio, cloreto e boro, dentre outros, que causam sintomas característicos de injúria, associados à acumulação do íon específico na planta (Richards, 1977).

Tayer (1987) cita três formas de ação dos sais sobre as plantas: supressão geral no crescimento, supressão causada pelo desbalançamento nutricional dos íons essenciais e por íons de natureza tóxica. Relata que os mecanismos de supressão geral no desenvolvimento das plantas, resultantes da salinidade, são devidos ao seu efeito direto na síntese do RNA e na redução da divisão celular e/ou alongamento das células, causados pela diminuição da água disponível para a planta e, também, aos efeitos específicos, como o desequilíbrio nutricional e a absorção de íons de natureza tóxica.

A salinidade pode também interferir positivamente no crescimento de algumas plantas e em sua composição mineral. Pode promover o crescimento de halófitas e aumentar o rendimento ou qualidade dos cultivos (Pasternak, 1987); a salinidade moderada pode aumentar os rendimentos de algodão (Pasternak et al., 1979), elevar a concentração total de sólidos solúveis em tomates, uma característica de qualidade (Rush & Epstein, 1981) e aumentar a tolerância dos citros às geadas (Syvertsen & Yelenosky, 1988).

#### **2.4.1. Efeito osmótico**

As plantas extraem a água do solo quando as forças de sucção dos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção da água pelo solo. Na medida em que a água está sendo extraída do solo, as forças que a retêm tornam-se maiores e quando é retida sob força superior às forças de extração, inicia-se o estado de deficiência hídrica à planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção para queda do potencial osmótico aumentando a magnitude do problema de escassez de água na planta. A explicação científica desse fenômeno parece complexa. Pela afinidade dos sais com a água as plantas necessitam exercer maior força de sucção ou absorção para extrair do solo uma unidade de água mais concentrada em sais, do que menos concentrada nos mesmos constituintes. Dessa forma, percebe-se a necessidade de um gradiente de energia

adicional para absorver água de uma solução de solo salino em relação a um solo normal (Ayers & Westcot, 1999).

Qualquer aumento no conteúdo de sais do solo provoca decréscimo no potencial osmótico da solução. Assim sendo, níveis de salinidade elevados no solo reduzem o potencial osmótico da solução e, em consequência, o potencial hídrico, resultando em menor disponibilidade de água às plantas (Menguel & Kirkby, 1987; Rhoades & Loveday, 1990).

Segundo Epstein (1972) e Menguel & Kirkby (1987), as células do tecido radicular das plantas, sob condições salinas, são impedidas de absorver água do substrato ou o fazem em velocidade muito lenta, devido à inibição osmótica imposta pela elevada concentração salina da solução do solo.

Algumas diferenças em relação ao crescimento das plantas, quando se compara um sal com outro, indicam que, além do efeito osmótico, ocorre efeito também iônico específico como reportado por Ryan et al. (1975), citados por Souza (1990). Para os autores os diferentes sais (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) em várias concentrações (50, 100, 150 e 200 meq L<sup>-1</sup>), prejudicaram a germinação de quatro espécies de gramínea.

Tayer (1987) contesta a teoria da disponibilidade de água em função da inibição osmótica ao afirmar que é inválida ou, pelo menos, muito simplista em relação ao que realmente ocorre no sistema solo-planta. Relata inclusive que em situação de campo, a absorção e acumulação de sais no tecido vegetal fornecem uma melhor base para explicar os fenômenos de desenvolvimento negativo e positivo das plantas sob condições salinas. Também, Kramer (1983) reporta que as injúrias visíveis nos órgãos vegetais, a redução no desenvolvimento e as mudanças internas são mais diretamente relacionadas ao aumento da concentração salina interna na planta e à sua composição iônica.

#### **2.4.2. Efeito tóxico**

Certos íons exercem funções específicas que inibem e retardam o crescimento independentemente do efeito osmótico. Esses efeitos específicos podem ser tóxicos ou causar deficiência de outro nutriente. Em solos salinos, é mais comum a toxidez de sódio, cloro e boro que os demais (Allison, 1964; Fageria, 1984).

Dentre os íons que podem apresentar toxidez específica, os mais evidentes, nos solos salinos do Nordeste, são o sódio e o cloreto (Lima, 1997). Os sintomas de toxidez causada pelo sódio não são de fácil identificação; inicialmente, surgem nas folhas mais velhas, caracterizando-se por queimaduras ou necrose nas bordas do limbo foliar, espalhando-se, progressivamente, à medida que se intensifica a toxidez na área internervural até o centro das folhas (Ayers & Westcot, 1999).

Segundo Smedema & Rycroft (1988), enquanto os problemas osmóticos são causados pela alta concentração de sais na solução do solo, a causa dos problemas de toxicidade, deve-se à concentração elevada de um cátion ou ânion específico ou a uma composição salina desfavorável na solução do solo.

Para Ayers & Westcot (1999), os problemas de toxicidade normalmente surgem quando certos íons, constituintes da solução do solo ou da água, são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos, em concentrações suficientemente altas (tóxicas) para provocar danos e reduzir seus rendimentos. Para Strogonov (1964), Meiri & Shalhevet (1973), Bernstein (1975), Shannon (1979), Menguel & Kirkby (1987), condições específicas reinantes em solos salinos e ou sódicos podem afetar negativamente os diferentes processos metabólicos das plantas, como assimilação de CO<sub>2</sub>, fotossíntese, síntese de proteínas, respiração, relações hídricas, reações enzimáticas e conversão de fitohormônios.

De acordo com Ayers & Westcot (1999), a toxicidade mais freqüente é a provocada pelo cloreto contido na água de irrigação, seguido pelo sódio e boro, entretanto, outros elementos podem se tornar tóxicos às plantas, mesmo em concentrações relativamente baixas. Segundo Allison (1964), Bernstein (1974), Bresler et al. (1982), Bohn et al. (1985), Rhoades & Loveday (1990), íons como sulfato, bicarbonato, carbonato, cálcio, magnésio, potássio, nitrato e lítio, quando em elevadas concentrações, são igualmente tóxicos.

Conforme Läuchi & Epstein (1990), problemas de toxicidade em plantas perenes podem ocorrer mesmo sob concentrações moderadas de alguns íons. Bernstein (1965) registrou danos severos em folhas de várias frutíferas causados pelo sódio e cloreto; relata que as frutíferas possuem pouca habilidade para excluir sódio e cloreto das folhas

pelo fato de serem culturas perenes, o que lhes confere um longo tempo de exposição, sofrem mais freqüentemente os efeitos da toxicidade, até mesmo sob condições de salinidade moderada.

Os sintomas de toxicidade também podem ocorrer quando as folhas, ao serem molhadas durante a aplicação de água por aspersão, absorvem íons tóxicos, sendo o sódio e o cloreto os principais absorvidos por via foliar, e a toxicidade resultante da acumulação desses íons, em conjunto ou separadamente, pode causar problemas para as culturas sensíveis (Ayers & Westcot, 1999).

#### **2.4.3. Efeito nutricional**

A salinidade pode causar desequilíbrio nutricional, inibindo o crescimento dos vegetais. Como as plantas diferem, consideravelmente, com relação à quantidade de nutrientes absorvidos, o efeito da salinidade varia sensivelmente de espécie para espécie (Fageria, 1984).

Para Epstein & Rains (1987) e Szabolcs (1989), uma característica universal da salinidade é a presença de concentrações altas dos íons sódio e cloreto, na maioria dos solos afetados por sais. Segundo Läuchi & Epstein (1990), as concentrações desses íons, em relação a outros, podem ser bastante altas, induzindo deficiências de alguns nutrientes que estejam presentes em baixas concentrações.

Altas concentrações de sódio na solução do solo podem afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas, indiretamente, através de seu efeito sobre as características físicas do solo ou na disponibilidade de outros elementos; por exemplo, quando no extrato de saturação do solo há teores apreciáveis de carbonato de sódio, o pH do solo poderá alcançar valores tão altos, como 10 (Gheyi et al., 1991), sendo que, nessas condições, a disponibilidade de vários elementos essenciais às plantas (Cu, Fe, Mn, Zn) é reduzida (Brady & Buckman, 1983), influenciando o seu crescimento, não diretamente pelo carbonato de sódio, mas por seu efeito no pH do solo.

Conforme Rains & Epstein (1967), em ambientes salinos, onde o sódio predomina em relação ao potássio, a exigência nutricional da planta em relação a este

nutriente (K) pode ficar prejudicada. Estudos conduzidos por Ball et al. (1987), com *Avicennia marina*, mostram que, apesar dessa espécie possuir um alto grau de seletividade e mecanismo de transporte de K, ainda assim, pode mostrar evidências de deficiência potássica induzida pela salinidade.

Fageria (1989), após estudar os efeitos da salinidade em 11 cultivares de arroz, verificou que os teores de P e de K na parte aérea das plantas diminuíram com o aumento dos níveis de salinidade. O conteúdo de Na<sup>+</sup> aumentou, com reflexos negativos sobre a produção. Esta informação mostra que o desbalanço nutricional é uma das razões para diminuição da produção em solos salinos.

Bernstein & Hayward (1958) observaram que o feijão e algumas variedades de cenoura podem restringir a absorção de potássio quando as concentrações de cálcio são elevadas. Bernstein (1964) verificou que o milho requer nível elevado de cálcio, sob condições salinas, para uma adequada nutrição desse elemento.

Estudos realizados por Epstein (1961), Läuchi & Epstein (1970) e por Kramer et al. (1988) demonstraram que íons de sódio, geralmente, causam distúrbios na nutrição de cálcio. Concentrações altas de sódio no meio, em relação a cálcio, tendem a ser danosas; desordens nutricionais que envolvem outros elementos podem estar relacionadas aos efeitos de salinidade sobre o transporte e metabolismo de cálcio; quando são altas as concentrações externas de cálcio, os efeitos da salinidade podem ser amenizados; concentrações inadequadas de cálcio podem afetar negativamente as funções da membrana e o crescimento da planta, em questão de minutos.

Concentração elevada de um íon pode provocar a deficiência de outro, devido à sua precipitação ou inibição. O excesso de sulfato, carbonato e bicarbonato pode precipitar o cálcio afetando o crescimento da planta pela reduzida disponibilidade do elemento e não pelo excesso de cada um dos respectivos íons (Gheyi et al., 1991). Alta concentração de sulfato geralmente diminui a absorção de cálcio e aumenta a de sódio (Hayward & Wadleigh, 1949). Segundo Brown et al. (1953), com o aumento da absorção de íon sódio, o sulfato pode induzir a toxidez desse elemento, em espécie susceptível.

## 2.5. Tolerância das plantas à salinidade

Os efeitos da salinidade sobre os vegetais devem-se, principalmente, à dupla ação dos sais: osmótica e tóxica. A primeira resulta na deficiência de água à planta como consequência do aumento das forças de retenção, enquanto a segunda causa danos aos tecidos vegetais devido à absorção em excesso de determinados íons (Strogonov, 1964).

As pesquisas com salinidade há muito vêm recebendo destacada atenção, sendo enquadradas entre as mais evoluídas e desenvolvidas em institutos especializados nos Estados Unidos e na Índia (Epstein et al., 1980). Todavia, nessas pesquisas, as culturas perenes não têm sido contempladas com a mesma intensidade como as de ciclo curto.

No estudo de tolerância aos sais, algumas espécies, como as halófitas crescem mais onde os níveis de sais no solo são mais levados, como em desertos ou em solos submetidos à irrigação contínua com água salina (Salisbury & Ross, 1991). No entanto, as plantas cultivadas são, em sua maioria, sensíveis à salinidade, sendo conhecidas como glicófitas (Greenway & Munns, 1980; Kramer, 1984).

O grau de tolerância nas plantas sensíveis à salinidade varia em função de fatores ambientais e hereditários. Os efeitos prejudiciais dependem do genótipo utilizado como copa e porta-enxerto (Martinez, 1987; Shannon et al., 1994), da fase de crescimento da planta (Kaddah et al., 1975; Mochetal, 1985), do teor e natureza do sal (Prisco, 1980).

O processo de germinação diminui à medida que a concentração salina aumenta, fato decorrente da menor absorção de água pela semente, causada pela redução no gradiente de potencial hídrico entre ela e o solo (Lyles & Fanning, 1964; Prisco & O'Leary, 1970). A tolerância durante as etapas de germinação e desenvolvimento inicial das plantas pode ser diferente. Em geral, solos com condutividade elétrica do extrato de saturação acima de  $4 \text{ d Sm}^{-1}$  inibem ou retardam a germinação e o crescimento inicial das plantas (Ayers & Westcot, 1999). Em cajueiro anão-precoce (clones CCP 06 e CCP 1001), retardamento e redução na percentagem de germinação foram observados com o emprego de água de irrigação com condutividade acima de  $1,97 \text{ d Sm}^{-1}$  (Santos & Meireles, 1997).

A salinidade do NaCl prejudicou o crescimento em altura, número de folhas e peso seco das raízes, caules e folhas da leucena, arroz e feijão vigna (Hansen & Munns, 1988; Andrade, 1989; Lacerda, 1995). A salinidade restringe, também, o desenvolvimento

radicular. Hayward & Blair (1942) citados Maas & Nieman (1978) observaram que, em solos salinos, o desenvolvimento das raízes de citros foi reduzido, tornando-se mais finas e menos ramificadas.

Para Maas (1990) a tolerância das culturas ao estresse salino pode ser definida, em nível de produção comercial, como a capacidade da planta em suportar os efeitos do excesso de sais presentes na solução do solo sem perdas significativas de seus rendimentos, quando comparados aos obtidos sob condições não salinas.

Dada a grande variabilidade de comportamento existente entre as culturas, em relação aos limites de tolerância à salinidade, a adequabilidade da água é bastante influenciada, variando, desde as classes que se adequam para irrigação de culturas tolerantes aos sais, como o algodão, até aquelas que podem não se adequar para culturas muito sensíveis, como as hortaliças e as espécies frutíferas, em geral. Dentro de uma mesma espécie, pode haver variações entre variedades, por adaptação ao meio onde se desenvolveram e, ainda, para uma mesma variedade, o nível de tolerância pode variar entre estádios de desenvolvimento (Maas & Hoffmann, 1977; Maas, 1986).

De acordo com Maas & Hoffman (1977) e Maas (1984), praticamente todas as culturas podem alcançar seu potencial máximo de rendimento quando a água de irrigação tem salinidade menor que  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ . Portanto, as águas com este nível de salinidade não exercem nenhuma restrição de uso. Com a água de restrição ligeira a moderada ( $0,7\text{-}3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), todavia, pode-se obter o máximo de potencial quando se mantiver a salinidade do solo dentro dos níveis de tolerância das culturas, por meio da lixiviação. Nos casos de culturas sensíveis e de águas de salinidade elevada, satisfazer uma necessidade de lixiviação acima de 25 ou 30 % não é realmente prático, devido à quantidade excessiva de água que necessitaria. Nesses casos, deve-se considerar a alternativa de selecionar uma cultura de maior tolerância, que, conseqüentemente, requeira fração de lixiviação menor.

Existem duas maneiras de se minimizar os problemas decorrentes da salinidade: a) adotar práticas adequadas de manejo de solo e água para evitar ou reduzir ao máximo o acúmulo de sais no perfil do solo, e b) selecionar adequadamente as espécies e cultivares que possam produzir economicamente sob condições salinas, isto é, melhorar as plantas visando à sua adaptação ao solo.



Sob condição de água salina para irrigação, lençol freático pouco profundo, infiltração lenta de água no solo e drenagem deficiente para lixiviação dos sais, torna-se antieconômico a técnica de cultivo irrigado. Nesses casos, a alternativa viável para o manejo bem sucedido de solos afetados por sais é a seleção criteriosa de culturas, tolerantes à salinidade que apresentem possibilidades de produzir economicamente (Richards, 1977; Bernstein, 1958; Carter, 1975; Follett et al., 1981; Fageria et al., 1981; Dahiya et al., 1983; Maas, 1984; Fageria, 1984; Fageria, 1989; Ayers & Westcot, 1999).

São três os critérios utilizados para se avaliar a tolerância de uma espécie ou cultivar à salinidade (Hayward & Wadleigh, 1949; Daker, 1988):

a) Capacidade de sobrevivência em solos salinos: muito usado pelos ecologistas, mas com pouca significação prática no que se refere à agricultura irrigada.

b) Rendimento em solos salinos: critério largamente utilizado pelos pesquisadores, de muita utilidade sob o ponto de vista agrônomo para comparar o comportamento de cultivares de uma mesma espécie, sendo mais tolerante a cultivar mais produtiva.

c) Compara-se o comportamento, em termos de rendimento relativo, de uma planta ou cultivar submetida a um certo nível de salinidade com o seu comportamento em solo não salino. Neste caso, a tolerância pode ser avaliada em relação ao baixo, médio e alto níveis de salinidade. Este critério é usado pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos – USLL para a preparação de tabelas de tolerância relativa das diferentes plantas à salinidade e fornecer subsídios aos programas de melhoramento genético de cultivares tolerantes à salinidade.

### **2.5.1. Mecanismos de tolerância**

Quanto aos efeitos dos sais as plantas tolerantes à salinidade são designadas como plantas halófitas e sua tolerância pode atingir até cerca de  $15 \text{ g L}^{-1}$  de cloreto de sódio, equivalente à metade da concentração da água do mar. Essas plantas absorvem, por exemplo, o cloreto de sódio em altas taxas e o acumulam em suas folhas para estabelecer um equilíbrio osmótico com o baixo potencial da água presente no solo. Esse ajuste osmótico se dá com o acúmulo dos íons absorvidos nos vacúolos das células das folhas,

mantendo a concentração salina no citoplasma em baixos níveis de modo que não haja interferência com os mecanismos enzimáticos e metabólicos e com a hidratação de proteínas das células (Lima, 1997). Essa compartimentação do sal é que permite, segundo Läuchi & Epstein (1984), as plantas halófitas viverem em ambiente salino.

Para esse ajuste osmótico, não há fluxo de um compartimento para outro, através da membrana que separa o citoplasma e o vacúolo, mesmo que haja elevado gradiente de concentração. O ajuste osmótico é obtido por substâncias compatíveis com as enzimas e os metabólitos ali presentes. Esses solutos são, na maioria, orgânicos como compostos nitrogenados e, em algumas plantas, açúcares como o sorbitol (Läuchi & Epstein, 1984).

As plantas sensíveis à salinidade, em geral, tendem a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico descrito e sofrem com decréscimo de turgor, levando-as ao estresse hídrico por osmose (Bernstein, 1974).

Plantas muito sensíveis à salinidade também absorvem água do solo, juntamente com os sais, causando toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Esse excesso promove desbalanceamentos e danos ao citoplasma, resultando em danos principalmente na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde, por transpiração, quase que tão somente água, havendo nessas regiões acúmulo do sal translocado do solo para a planta e, obviamente, intensa toxidez de íons (Bernstein, 1974).

Na medida em que aumenta a concentração salina da solução do solo, aumenta a sua pressão osmótica, chegando a um momento em que as raízes das plantas não têm a força de sucção necessária para vencer essa pressão osmótica, e, em consequência, não absorvem mais água do solo. É por isso que o caráter de halofismo deve-se a adaptações morfológicas ou fisiológicas das plantas, que lhes permitem absorver água de soluções com elevada pressão osmótica (Pizarro, 1985).

Segundo Maas & Nieman (1978), o princípio de tolerância das plantas à salinidade está fundamentado em mecanismos de adaptação de natureza morfológica e fisiológica ou ajustamento osmótico.

### 2.5.1.1. Mecanismo morfológico

Na medida em que a concentração salina aumenta acima de um limite tolerável, a taxa de crescimento e o tamanho final da maioria das espécies de plantas diminuem progressivamente (Maas & Hoffmann, 1977). Assim, um dos principais efeitos negativos da salinidade é, sem dúvida, o aumento da resistência à absorção de água pelas raízes das plantas (Hayward & Spurr, 1944).

Por outro lado, o mais evidente mecanismo da tolerância à salinidade é a adaptação morfológica das plantas. Portanto, nas espécies tolerantes ocorrem alterações morfológicas e anatômicas para superar a deficiência hídrica. A mudança de estrutura inclui redução do tamanho e número de folhas, diminuição do número de estômatos e alteração na sua distribuição nas folhas, aumento na grossura da cutícula foliar e diminuição da diferenciação e do desenvolvimento do tecido vascular (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1984; Fageria, 1989).

Além do mais, a salinidade freqüentemente inibe menos o crescimento das raízes do que o da parte aérea, resultando numa maior relação raiz / parte aérea; Meiri & Poljakoff-Mayber, 1970; Maas et al., 1972; Maas & Hoffmann, 1977; Shannon, 1979; Fageria, 1984; Fageria, 1989). Com isso, a planta aumenta a capacidade de absorção de água e diminui a taxa de transpiração (Fageria, 1984; Fageria, 1989). Viana (2000) constatou que o crescimento absoluto da parte aérea da alface diminuiu linearmente com o aumento da salinidade. No entanto, Amorim et al. (2001), trabalhando com alho, verificaram maior sensibilidade da parte aérea.

Portanto, nem todas as partes da planta são igualmente afetadas pela salinidade (Maas & Hoffmann, 1977) e os efeitos variam tanto de espécie para espécie como de cultivar para cultivar (Fageria, 1984; Fageria, 1989).

### 2.5.1.2. Mecanismo fisiológico

A seleção baseada nos parâmetros fisiológicos pode resultar em maior sucesso na obtenção de genótipos tolerantes à salinidade. Em alguns trabalhos de revisão publicados nesse sentido (Läuchli & Epstein, 1990; Noble & Rogers, 1992) fica evidenciado

que vários mecanismos de tolerância são envolvidos. Ainda mais, a importância relativa de muitos mecanismos varia entre espécies de plantas (Rush & Epstein, 1981) e entre cultivares da mesma espécie (Yeo & Flowers, 1983). A acumulação e exclusão de íons, bem como o ajustamento osmótico, são os parâmetros fisiológicos mais importantes.

As halófitas acumulam certos íons inorgânicos em altas concentrações e se utilizam deles para manter o potencial osmótico de tecidos abaixo do potencial hídrico externo. Em muitas alicofíticas, a diferença entre cultivares tolerantes à salinidade é associada ao baixo teor de absorção e à acumulação de  $\text{Na}^+$  ou  $\text{Cl}^-$  em toda a planta ou na parte aérea. Neste caso, a tolerância é relacionada ao mecanismo de exclusão de íons. Läuchi (1984) observou que a maioria das leguminosas responde à salinidade pela exclusão de sais das folhas. Tolerância à salinidade em soja, alfafa e trigo é também relacionada à exclusão de  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  da parte aérea (Noble & Rogers, 1992). Assim, a seleção de tais espécies, com base em exclusão de  $\text{Na}^+$  ou  $\text{Cl}^-$ , pode ser um bom critério.

As plantas tolerantes à salinidade devem ser capazes de ajustar o potencial osmótico, envolvendo tanto a absorção e a acumulação de íons como a síntese de solutos orgânicos. Embora estes dois mecanismos tenham sido usados como base de classificação de halófitas (Waisel, 1972), eles geralmente operam juntos. O mecanismo dominante varia entre espécies de planta e, em alguns casos, entre partes da planta (Fageria & Gheyi, 1997).

A contribuição relativa de vários íons no ajustamento osmótico depende do mecanismo regulador do transporte de íons, como permeabilidade da membrana, cinética de transporte, energia e seletividade. A taxa de absorção é variável de íon para íon e, por isso, influencia o balanço iônico na planta. O  $\text{Cl}^-$  contribui bem mais para o ajustamento osmótico que o  $\text{SO}_4^{2-}$ . Quando a salinidade consiste, predominantemente, de cátions monovalentes e ânions divalentes, como  $\text{Na}_2\text{SO}_4^{2-}$ , a taxa de absorção de cátions é maior que a de ânions. Nessa situação, o balanço iônico é alcançado através da síntese e da acumulação de ácidos orgânicos (Maas & Nieman, 1978).

Segundo Fageria & Gheyi (1997), é possível que o mecanismo mais importante para regular o potencial osmótico seja a absorção seletiva de íons. Plantas tolerantes possuem capacidade de adquirir nutrientes essenciais na solução salina em que a concentração de íons não-essenciais (tóxicos) é muito maior que a de íons essenciais. Por

exemplo, a concentração de  $\text{Na}^+$ , em solução de solos salinos, é maior que a de  $\text{K}^+$ ; entretanto, a relação Na/K em plantas que crescem nesse tipo de solo é aproximadamente um ou menos. Esta alta especificidade para absorção de  $\text{K}^+$  está presente em várias espécies de plantas (Pitman, 1970, citado por Fageria & Gheyi, 1997).

Entre as halofíticas, classe de eualofíticas, as plantas se ajustam ao ambiente salino pela acumulação de uma grande quantidade de sal, geralmente NaCl (Waisel, 1972). Estas plantas possuem mecanismo de adaptação para alta concentração de sais pelo aumento de suculência (*Salicornia herbacea*), pelo acúmulo em partes menos sensíveis (*Atriplex sp*), pela secreção do excesso de sais de seus órgãos (*Spartina alterniflora*) ou por várias combinações desses mecanismos (Fageria & Gheyi, 1997).

De acordo com Läuchi & Epstein (1990), Araújo (1994) e Souza (1995), a redução da área foliar provavelmente decorre da diminuição do volume das células. Conforme os autores, a redução da área foliar e da fotossíntese contribuem, de certo modo, para a adaptação das culturas à salinidade.

Segundo Läuchi & Epstein (1990), a redução da área foliar pode ser resposta a sua concentração total de solutos na folha, contribuindo para o ajustamento osmótico, a menos que os solutos se elevem a níveis tóxicos em compartimentos celulares específicos da folha.

## **2.6. Salinidade em cajueiro anão precoce**

Soares (1998) estudou a influência de diferentes níveis de salinidade do substrato sobre a germinação das sementes e crescimento das plântulas de dois clones (CCP06 e CCP1001) de cajueiro anão precoce, e observou que a elevação da condutividade elétrica no substrato de 0,45 para 6,50  $\text{dS m}^{-1}$ , reduziu a germinação de, aproximadamente, 100 para 84% e retardou a germinação de 17 para 19 dias. O autor observou, ainda, no porta-enxerto que houve significância estatística para nível de salinidade do substrato em todas as épocas de medição (30, 45 e 60 dias após a germinação); aos 60 dias após a germinação, a variável altura de planta do clone CCP1001 foi significativamente maior do que a do CCP06, enquanto diferentemente do ocorrido com altura de planta, os valores de diâmetro do caule do clone CCP1001, tanto aos 45 dias

como aos 60 dias, foram significativamente menores do que os do CCP06. Com relação ao número de folhas no enxerto, a redução foi mais acentuada para o clone CCP06.

Meireles (1999) estudou, em viveiro, o efeito de salinidade da água de irrigação na formação de mudas de cajueiro anão precoce utilizando em plantas oriundas dos clones CCP06 e CCP1001 como porta-enxertos e o CCP76 como planta copa e verificou que: a) os níveis de salinidade de 2,04 e 2,63 dS m<sup>-1</sup> aumentaram os dias para início da emergência e reduziram a percentagem de germinação das sementes de ambos os porta-enxertos; b) o porta-enxerto CCP06 teve um melhor desempenho, para as variáveis diâmetro de caule, altura de plântulas e número de folhas, quando irrigado com águas de maior salinidade, 2,04 e 2,63 dS m<sup>-1</sup> em relação ao do clone CCP1001; c) e com o aumento da salinidade da água de irrigação provocou um aumento nos teores de cloreto e sódio nas plantas, sendo o acúmulo maior na parte aérea do que na raiz e redução nos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg.

Após analisar os efeitos da salinidade da água de irrigação aos índices de 0,7; 1,4; 2,1 e 2,8 dS m<sup>-1</sup> sobre o comportamento de cinco clones de cajueiro anão precoce, Carneiro (2001) observou que a germinação não foi afetada pela salinidade, mas aumentou o número de dias para germinação.

Ferreira et al. (2000) avaliaram a tolerância do cajueiro ao estresse salino, durante a fase inicial de crescimento de seis clones comerciais do tipo anão precoce (CCP06, CCP09, CCP76, CCP1001, EMBRAPA50 e EMBRAPA51) e 04 do tipo comum (CP46, CP95, CP96 e "comum"), irrigadas com solução de 50 mol m<sup>-3</sup> de NaCl (CEa ≅ 5 dS m<sup>-1</sup>) e observaram: a) a salinidade afetou o rendimento biológico do cajueiro independente do tipo de genótipo; b) o sistema radicular dos clones comerciais (anão precoce) produziu mais matéria seca que os cajueiros do tipo comum e estes produziram maior massa nas folhas; c) dentre os clones, EMBRAPA50 e EMBRAPA51 foram mais afetados pela salinidade em termos de redução no crescimento das folhas.

## 2.7. Análise de crescimento e desenvolvimento

A análise quantitativa do crescimento vegetal foi inicialmente desenvolvida pelos fitofisiólogos da Escola inglesa (Watson, 1952 e Blackman, 1968 citados por Magalhães, 1979) considerada, internacionalmente, como o método padrão para a estimativa da produtividade biológica ou produtividade primária das comunidades vegetais.

Segundo Magalhães (1979), a análise de crescimento consiste no método que descreve as condições morfo-fisiológicas da planta, em diferentes intervalos de tempo, com o intuito de se quantificar o desenvolvimento de um vegetal. De acordo com Benincasa (1988), a análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, podendo, assim, ser muito útil no estudo do comportamento vegetal, sob diferentes condições ambientais e de cultivo, auxiliando na seleção de cultivares ou espécies que apresentem características funcionais mais apropriadas aos objetivos da pesquisa.

O crescimento de plantas, sob diferentes condições ambientais, pode ser medido por diversas maneiras, tais como, tamanho, número ou massa de seus órgãos. Apesar da complexidade que envolve o crescimento das plantas, a análise de crescimento ainda é um meio acessível e preciso para se avaliar o crescimento e os processos fisiológicos do comportamento vegetal (Whale et al., 1985; Benincasa, 1988).

A análise de crescimento baseia-se, fundamentalmente, no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética, sendo o restante procedente da absorção de nutrientes minerais do solo (Benincasa, 1988). Segundo o autor, para a execução da análise de crescimento, torna-se necessária a coleta de dados, através de medidas de diferentes tipos, como comprimento, massa e número de unidades estruturais, realizadas a intervalos de tempo definidos, durante o período de desenvolvimento da cultura.

Os métodos para obtenção de dados para fins de análise quantitativa de crescimento de plantas, sob condições normais de cultivo, são em geral simples, consistindo, principalmente, em medições periódicas de matéria seca e área foliar (Briggs et al., 1920; Radford, 1967). Com os elementos básicos, podem ser estimados índices fisiológicos, tais como taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo,

razão de área foliar, taxa de assimilação líquida e índice de área foliar, dentre outros (Kvet et al., 1971).

De acordo com Benincasa (1988), a taxa de crescimento absoluto ou taxa de crescimento da cultura é a variação ou incremento de massa da planta, entre duas amostragens, por unidade de tempo, portanto, expressa a velocidade média de crescimento ou acumulação ao longo do período de observação.

Segundo Ferri (1985), a taxa de crescimento relativo é uma medida bastante apropriada para a avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material que está sendo acumulado. De acordo com Hunt (1982), a taxa de crescimento relativo de uma planta, em um tempo  $t$ , é definida como o aumento do material da planta por unidade de material presente, por unidade de tempo, ou seja, representa a quantidade de material novo produzido em relação ao material pré-existente. Dessa forma, o crescimento dependerá do material existente no início do período e da eficiência da planta na produção de novos produtos fotossintéticos.

Conforme Magalhães (1979), a taxa de crescimento relativo pode ser chamada de índice de eficiência, uma vez que representa a capacidade da planta em produzir material novo, ou seja, a sua eficiência na conversão de matéria seca.

A razão de área foliar é uma medida da dimensão relativa do aparelho assimilador e serve como um parâmetro apropriado para as avaliações dos efeitos genotípicos, climáticos e do manejo das culturas (Ferri, 1985). A razão de área foliar relaciona a área foliar com a matéria seca resultante da fotossíntese, ou seja, expressa a área foliar útil para a fotossíntese. Valores altos de razão de área foliar indicam que os produtos fotoassimilados estão sendo mais utilizados para formação do aparelho fotossintético.

A taxa de assimilação líquida reflete a dimensão do sistema assimilador que é envolvido na produção de matéria seca, ou seja, é uma estimativa da fotossíntese líquida. A taxa de assimilação líquida, portanto, expressa a taxa de aumento do crescimento, por unidade de área foliar e por unidade de tempo (Ferri, 1985).

De acordo com Magalhães (1979), é importante se conhecer a maneira pela qual a fitomassa produzida é distribuída pelos órgãos da planta. Um exemplo dessa relação



“alométrica” é dado pelo “quociente entre a fitomassa das raízes e da parte aérea da planta” (R/PA). Segundo o autor, esta relação tem grande significado morfogenético, podendo indicar a contribuição das reservas armazenadas no sistema radicular para o crescimento da parte aérea. Este índice é muito utilizado em estudos relacionados com estresse hídrico e salino para análise do comportamento da planta sob condições de estresse.

O potencial hídrico de uma planta é avaliado geralmente com base na medição do potencial de água da folha. Cairo (1995) descreve uma metodologia para se obter o teor de água de uma folha. Depois de destacada da planta, a folha é imediatamente pesada, obtendo-se o peso da fitomassa fresca, em seguida, leva-se à estufa a 65<sup>o</sup> C e após secagem, obtém-se o peso seco, a diferença entre o peso fresco e peso seco, tem o peso da água, o qual é dividido pelo peso seco tem-se a umidade.

Carneiro (2001), estudando o desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão precoce ao estresse salino, verificou que, aos 50 DAS, os clones CCP1001, EMBRAPA 50, CCP09 e CCP06 apresentaram maior área foliar (317,20; 310,11; 274,56 e 246,18 cm<sup>2</sup>) em relação ao clone EMBRAPA 51, que desenvolveu a menor área foliar (186,86 cm<sup>2</sup>). Aos 100 dias após a semeadura o clone EMBRAPA 50, se destacou com a área foliar 673,40 cm<sup>2</sup> estatisticamente superior aos demais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização do experimento

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro do Campo Experimental de Pacajus (CEP), pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA / Agroindústria Tropical), durante o período de janeiro a maio de 2001. A propriedade dista de Fortaleza 54 km e se localiza no litoral leste do Estado, com as coordenadas geográficas latitude 4°10' S e longitude 38°27' W e altitude média de 60 m.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), é do tipo “Bw”, com precipitação média anual em torno de 965,2 mm, com mais de 90% de ocorrência de chuvas de janeiro a junho, e uma evaporação média de 2.310,1 mm. A temperatura média anual é de 26,5° C, com médias das máximas de 31° C e das mínimas de 23° C, e umidade relativa do ar em torno de 80%. Para uma análise mais detalhada, na Tabela 4 constam os dados meteorológicos médios para o período de condução do experimento (janeiro a maio / 2001)

Tabela 4. Dados meteorológicos da estação do INMET (EMBRAPA/Agroindústria Tropical) do Campo Experimental de Pacajus - (CEP) referentes ao período do experimento (janeiro a maio/2001).

Mês	Ano	Dados meteorológicos					
		Temperatura Média (T)			Precipitação média	Evaporação média diária	Umidade Relativa
		T máxima	T mínima	T média			
		°C			mm	%	
Jan	01	31,89	22,45	27,17	4,13	7,85	65,46
Fev	01	31,77	22,78	27,27	1,91	8,18	68,14
Mar	01	31,49	22,49	26,99	3,97	5,75	72,14
Abr	01	29,37	22,35	25,86	15,33	*	80,90
Mai	01	31,29	21,53	26,41	1,80	5,10	71,03

Fonte: EMBRAPA/CNPAT (2001).

\* problema de coleta de dados devido a manutenção de equipamento.

### 3.2. Caracterização do solo / substrato

O material de solo utilizado para o preparo do substrato foi classificado, como Neossolo. O substrato utilizado foi o padrão usado pela EMBRAPA / Agroindústria Tropical, composto de uma mistura na proporção dos volumes de 1:2:1 de terra superficial arenosa (Neossolo), casca de arroz carbonizada e palha de carnaúba triturada. Antecedendo ao enchimento dos tubetes e à semeadura, foram realizadas análises do substrato (Tabela 5) pelo Laboratório de Solo e Água da EMBRAPA, de acordo com as metodologias propostas por Richards (1977) e pela EMBRAPA (1997).

Tabela 5. Características químicas do substrato utilizado no experimento.

Características químicas		Valor
Complexo sorvido mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	Cálcio	19,08
	Magnésio	9,97
	Sódio	43,00
	Potássio	17,50
	Hidrogênio + Alumínio Ac. Potencial	26,00
	Soma de bases (S)	89,55
	Capacidade de troca de cátions (CTC)	115,55
Saturação de bases (V), %		77,50
Percentagem de sódio trocável (PST)		37,21
Matéria orgânica, g kg <sup>-1</sup>		117,99
Fósforo assimilável, mg kg <sup>-1</sup>		48,87
pH em água (1:2,5)		5,40
Condutividade elétrica do extrato de saturação, dS m <sup>-1</sup>		1,60

### 3.3. Preparo das águas de irrigação

No preparo das águas de irrigação foi utilizada a relação entre CEa e concentração ( $\text{mmol}_e \text{L}^{-1} = \text{CEa} \cdot 10$ ), extraída de Rhoades et al. (1992), sendo válida para CEa entre 0,1 a 5  $\text{dS m}^{-1}$ .

As águas foram preparadas a partir dos sais NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , a partir de água de poço artesiano do sistema de irrigação do Campo Experimental de Pacajus – CEP. A quantidade de cada componente utilizado no preparo das águas de irrigação (NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  e água de poço do sistema de irrigação) foi determinada de forma a se obter a CEa do respectivo tratamento, considerando a proporção equivalente 7:2:1 para Na:Ca:Mg, respectivamente. Para tanto,

foram levadas em consideração as quantidades desses elementos presentes na água de poço do sistema de irrigação.

As águas foram preparadas em volumes suficientes para várias irrigações, ficando estocadas em reservatórios de PVC com capacidade para 1000 L. Após a preparação da água de irrigação, correspondente a cada tratamento, foi verificada a sua condutividade elétrica (CE).

A escolha dos sais e as proporções usadas basearam-se em resultados obtidos por Leprun (1983) e Medeiros (1992) em fontes de água localizadas nos Estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte. No Apêndice 1 consta a seqüência de cálculos utilizada no preparo das águas salinizadas.

Os resultados da análise química da água de poço do sistema de irrigação do CEP, realizados conforme metodologias descritas por Richards (1977), encontram-se na Tabela 6, enquanto as quantidades de cada componente utilizadas no preparo das águas de irrigação constam na Tabela 7.

Tabela 6. Análise química da água de poço do sistema de irrigação – CEP (Pacajus).

Cátions	Valor	Ânions	Valor
Ca <sup>++</sup> (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	0,68	Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	2,85
Mg <sup>++</sup> (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	1,15	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	2,60
Na <sup>+</sup> (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	3,45	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
K <sup>+</sup> (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	0,21	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
Σ cátions (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	5,49	Σ ânions (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )	5,45
pH	6,70	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	3,61
CE (dS m <sup>-1</sup> ) a 25°C	0,50		

Tabela 7. Volumes de diferentes soluções utilizados no preparo das águas de irrigação.

CEa (dS m <sup>-1</sup> )	NaCl 1N	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O 1N	MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O 1N	Água de Poço
	(mL L <sup>-1</sup> de água de irrigação)			
0,5*	-	-	-	1000,00
1,5	7,05	2,32	0,35	990,28
2,5	14,05	4,32	1,35	980,28
3,5	21,05	6,32	2,35	970,28
4,5	28,05	8,32	3,35	960,28
5,5	35,05	10,32	4,35	950,28

\* Utilizou-se diretamente água do poço.

### 3.4. Tratamentos

Os tratamentos consistiram de seis níveis de salinidade da água de irrigação (S), denominados de S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> e S<sub>6</sub>, correspondendo às condutividades elétricas de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m<sup>-1</sup> a 25° C, utilizadas na produção de mudas de dois clones de cajueiro anão precoce (C), denominados C<sub>1</sub>, e C<sub>2</sub>, em disposição fatorial 6x2. Foi usado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Cada parcela foi formada por seis fileiras com nove mudas (total de 54 plantas/bandeja) totalizando 2.592 plantas, sendo estas avaliadas aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS) e 45 e 60 dias após a enxertia (DAE), totalizando 100 dias para a formação das mudas.

### 3.5. Material genético

Foram usadas sementes comerciais referentes a safra 2000, dos clones CCP06 (C<sub>1</sub>), CCP1001 (C<sub>2</sub>), que segundo Pimentel (1991) & Carbajal et al. (1995) são os mais utilizados na formação de porta-enxertos. Para a formação do enxerto, utilizaram garfos do clone CCP76 devido à sua produtividade, resistência a pragas e doenças e boa aceitação no mercado de frutos *in natura*?. O clone CCP06, tem pedúnculo com 122 g de peso médio, cor amarelada e a castanha pesa em torno de 6,5 g; o clone CCP1001 tem pedúnculo vermelho, com peso médio de 96 g e a castanha com 7,2 g. O clone CCP76 é de pedúnculo de cor vermelha, com peso médio de 139g e a castanha com 9,5 g.

### 3.6. Instalação e condução do experimento

O experimento seguiu o sistema de técnicas padronizadas da Estação Experimental de Pacajus, empregadas na formação e condução das plantas. Foi instalado em condições de viveiro, com cobertura de plástico transparente e sombrite com 50% de retenção de luz. Foram utilizados tubetes de polipropileno de 6,3 cm de diâmetro e 19 cm de comprimento, com capacidade para 288 cm<sup>3</sup> de substrato, dispostos em bandejas sobre cavaletes de PVC.

Após o enchimento dos tubetes o substrato foi submetido a 12 lavagens com aplicações de 2,0 L de água dos respectivos tratamentos. Após as lavagens a condutividade elétrica média por tratamento foi de 2,20 dS m<sup>-1</sup> para S<sub>1</sub>, 3,00 dS m<sup>-1</sup> para S<sub>2</sub>, 3,40 dS m<sup>-1</sup> para S<sub>3</sub>, 5,38 dS m<sup>-1</sup> para S<sub>4</sub>, 6,33 dS m<sup>-1</sup> para S<sub>5</sub>, e 7,17 dS m<sup>-1</sup> para S<sub>6</sub>.

As sementes foram devidamente selecionadas e a semeadura foi feita dia 16 de fevereiro de 2001, usando uma castanha por tubete, inserida na posição vertical, com a base voltada para cima (ponto de inserção da castanha ao pedúnculo), na profundidade de aproximadamente 3 cm, conforme recomendação da EMBRAPA-CNPAT (1993).

Irrigou-se diariamente, aplicando-se, manualmente, através de regadores pré-calibrados com capacidade para 5 L, sendo coletado o volume de água percolado entre os tubetes através de bandejas plásticas e subtraído do volume de água aplicado. A partir daí, calculou-se, por tratamento, no período de 10 em 10 dias, o consumo de água pelas plantas (CA), a fração de lixiviação (FL) e o fator de concentração (FC).

A enxertia foi realizada aos 40 dias após a semeadura, através do método de fenda lateral, conforme utilizado no viveiro do Campo Experimental de Pacajus.

Houve adubação de manutenção em duas épocas distintas, sendo a primeira aos 30 dias após a germinação e a segunda aos 30 dias após a enxertia, utilizando-se de 12,5 mL por planta da solução Murashige & Skoog – MS<sup>1</sup>(1962).

Os tratos fitossanitários consistiram de duas pulverizações, aos 20 dias após a germinação e aos 37 dias após a enxertia, com 1,5 mL L<sup>-1</sup> de Sumithion 500 CE + 2,0 gL<sup>-1</sup> de Benlate 500.

---

<sup>1</sup> Fertilizante solúvel utilizado em cultura de tecido pela EMBRAPA/Agroindústria Tropical. Composição: macronutriente: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (1650mg/L); KNO<sub>3</sub> (1900mg/L); CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (440mg/L); MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (370mg/L) e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (170mg/L). micronutriente: H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (6,2 mg/L); MnSO<sub>4</sub>. 4H<sub>2</sub>O (22,3mg/L); ZnSO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O (8,6mg/L); KI (0,83mg/L); CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O (0,025mg/L); CoCl<sub>2</sub>. 6H<sub>2</sub>O (0,025mg/L); Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O (0,25mg/L) Na<sub>2</sub>EDTA (37,3mg/L) e FeSO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O (27,8mg/L).

### 3.7. Variáveis analisadas

#### 3.7.1. Germinação das sementes

Procedeu-se a avaliação diária na contagem do número de sementes germinadas, tendo como critério a emergência do epicótilo na superfície do tubete, iniciando-se aos 15 dias após a sementeira, obtendo-se os dados de percentagens de germinação (PG), número de dias para as sementes germinar (NDG) proposto por (Edwards, 1934). Este foi obtido a partir da expressão:  $NDG = \sum n_i i / \sum n_i$ , onde  $n_i$  = número de sementes germinadas no dia  $i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ). A percentagem final foi determinada aos 25 dias após a sementeira, conforme limite referido por Parente (1991), Carbajal et al., (1995) e Piteira (1995). O Índice de Velocidade de Emergência (IVE), foi calculado através da equação apresentada por Vieira & Carvalho (1994).

$$IVE = \frac{e_1}{N_1} + \frac{e_2}{N_2} + \dots + \frac{e_n}{N_n} \quad (\text{eq. 1})$$

em que:

$e_1, e_2 \dots e_n$  – número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem.

$N_1, N_2 \dots N_n$  – número de dias da sementeira à primeira, segunda, ..., e última contagem.

#### 3.7.2. Crescimento e desenvolvimento

Durante o período experimental para formação de porta-enxertos e enxertos, foram realizadas quatro coletas de material vegetal, aos 25 e 40 dias após a sementeira (DAS) e aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE). Para isso foram coletadas quatro plantas por parcela na primeira e segunda avaliação, enquanto na terceira e quarta avaliação foram utilizadas apenas duas plantas a partir do tratamento com água de 2,5 dS m<sup>-1</sup>, devido à pouca disponibilidade de plantas.

### 3.7.2.1. Altura de planta, número de folhas e área foliar

A altura da planta foi mensurada aos 25 e 40 DAS da inserção dos cotilédones até a base da folha mais jovem e aos 45 e 60 DAE. Na contagem das folhas foram consideradas as que estavam com o limbo distendido, procedendo-se a determinação da área foliar com aparelho eletrônico LI-COR, mod. LI-3000 (Lincoln, Nebraska, U.S.A).

### 3.7.2.2. Diâmetro do caule

O diâmetro do caule foi mensurado, com auxílio de paquímetro, a 7 cm da inserção dos cotilédones, conforme Corrêa et al (1995).

### 3.7.2.3. Percentagem de plantas aptas à enxertia (PAE)

Completados os 40 DAS, época em que foi realizada a enxertia, de acordo com o diâmetro do caule e as condições gerais das plantas, foram obtidos os dados de número de plantas aptas para receber o enxerto (NAE) e número total de plantas existente na parcela (NTP).

$$PAE = \frac{NAE}{NTP} \times 100 \quad (\text{eq. 2})$$

### 3.7.2.4. Percentagens de pegamento do enxerto e de plantas mortas (PPE e PPM)

Com os dados do número total de plantas enxertadas (NAE) e o número de pegamento dos enxertos (NPE), procedeu-se aos 30 DAE, a avaliação da percentagem de pegamento dos enxertos (PPE), sendo considerados viáveis apenas aqueles que continham brotações, e aos 45 DAE foi realizada a avaliação da percentagem de plantas mortas (PPM).

$$PPE = \frac{NPE}{NAE} \times 100 \quad \text{e} \quad PPM = 100 - PPE \quad (\text{eq. 3})$$



### 3.7.2.5. Fitomassa

Aos 25 e 40 DAS, foram coletadas 4 plantas de cada repetição para determinação da fitomassa verde (FVPA) e seca da parte aérea (FSPA), da raiz (FSR) e total (FST), enquanto que aos 45 e 60 DAE, foram coletadas apenas 2 plantas. As raízes foram separadas do substrato sem a necessidade do uso de lavagem, por se desprenderem facilmente do substrato. Depois de coletadas, tanto a parte aérea como as raízes foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados, e levados à estufa com ventilação forçada de ar a 65° C, até peso constante.

### 3.7.3. Índices fisiológicos

#### 3.7.3.1. Taxa de crescimento absoluto

A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi determinada com os dados obtidos aos 25 e 45 DAS, 45 e 60 DAE a partir da relação entre a diferença de pesos da fitomassa seca total observada nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , isto é, aos 25 e 45 DAS e 45 e 60 DAE, conforme Benincasa (1988):

$$TCA = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{mg dia}^{-1}) \quad (\text{eq. 4})$$

em que:

$P_1$  – massa seca total no tempo (dias)  $t_1$  (mg);

$P_2$  – massa seca total no tempo (dias)  $t_2$  (mg).

#### 3.7.3.2. Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi obtida para o período de 25 a 45 DAS e 45 e 60 DAE através da relação entre a taxa de crescimento absoluto e a fitomassa seca total da primeira época (25 DAS), conforme a equação a seguir, contida em Medeiros et al. (1990):

$$TCR = \frac{TCA}{FST} \quad (\text{mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \quad (\text{eq. 5})$$

em que:

$TCA$  – taxa de crescimento absoluto no tempo  $t$  ( $\text{mg dia}^{-1}$ );

$FST$  – fitomassa seca total no tempo  $t_1$  (mg).

### 3.7.3.3. Razão de área foliar

A partir dos dados de área foliar e de matéria seca, obtidos em cada avaliação aos 25 e 45 DAS, 45 e 60 DAE, determinou-se a razão de área foliar (RAF) entre ambos os períodos, através da relação entre a área foliar e a fitomassa seca total, de acordo com a equação contida em Ferri (1985):

$$RAF = \frac{AF}{FST} \quad (\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}) \quad (\text{eq. 6})$$

em que:

$AF$  – área foliar no tempo  $t$  ( $\text{cm}^2$ );

$FST$  – fitomassa seca total no tempo  $t$  (g).

### 3.7.3.4. Taxa de assimilação líquida

A taxa de assimilação líquida (TAL) foi determinada também para o período de 25 a 45 DAS e 45 e 60 DAE através da relação entre a taxa de crescimento relativo e a razão de área foliar, utilizando-se do valor de RAF dos respectivos períodos, conforme equação a seguir, apresentado por Ferri (1985):

$$TAL = \frac{TCR}{RAF} \quad (\text{mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}) \quad (\text{eq. 7})$$

em que:

$TCR$  – taxa de crescimento relativo no tempo  $t$  ( $\text{mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ );

$RAF$  – razão de área foliar no tempo  $t$  ( $\text{cm}^2 \text{ mg}^{-1}$ ).

### 3.7.3.5. Relação raiz / parte aérea

A relação raiz / parte aérea (R / PA) foi calculada em cada avaliação (aos 25 e 45 DAS e 45 e 60 DAE) pelo quociente entre as fitomassas secas das raízes e da parte aérea da planta, segundo a seguinte equação:

$$R/PA = \frac{FSR}{FSPA} \quad (\text{eq. 8})$$

em que:

$FSR$  – fitomassa seca do sistema radicular no tempo  $t$ ;

$FSPA$  – fitomassa seca da parte aérea no tempo  $t$ .

### 3.7.3.6. Teor de água das folhas ( $TA_F$ ) e do caule ( $TA_C$ )

O estado hídrico das plantas foi determinado através do teor de água das folhas ( $TA_F$ ) e do caule ( $TA_C$ ) aos 60 DAE, por diferença entre o peso de fitomassa fresca seca, expressos em porcentagem em base de peso fresco. Na obtenção do peso fresco, as folhas foram destacadas da planta e imediatamente pesadas em balança com sensibilidade de 0,01 g. Assim, o  $TA_F$  e  $TA_C$  foram calculados de acordo com as equações a seguir, contidas em Cairo (1995):

$$TA_F = \frac{PF_F - PS_F}{PF_F} \times 100 \quad \text{e} \quad TA_C = \frac{PF_C - PS_C}{PF_C} \times 100 \quad (\text{eq. 9})$$

em que:

$PF$  – peso fresco no tempo  $t$  (g);

$PS$  – peso seco no tempo  $t$  (g).

### 3.8. Análises estatísticas

Os efeitos dos fatores “níveis de salinidade da água de irrigação” e “clones” sobre a germinação, crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto e do enxerto do cajueiro anão precoce, foram avaliados em esquema fatorial, por meio de análise de variância com teste “F” (Gomes, 1978; Ferreira, 1996). Para o fator “níveis de salinidade da água de irrigação” realizou-se análise de regressão polinomial, por ser um fator quantitativo, visando explicar, através de modelos matemáticos, o efeito da salinidade em cada variável estudada. Para o fator “clones”, por ser qualitativo, foi aplicado o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparação das médias segundo Santos et al. (1998).

Os resultados das variáveis TCA, TCR, TAL e relação R/PA, devido à ausência de distribuição normal dos dados, os mesmos foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ , enquanto a porcentagem de pegamento do enxerto (PPE), foi transformada em  $\sqrt{x}$ .

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Germinação**

As análises de variância dos dados de percentagem de germinação (PG), número de dias para germinação (NDG) e índice de velocidade de emergência (IVE) estão resumidas na Tabela 8. Onde observa-se que a salinidade da água de irrigação não afetou, significativamente, a germinação de sementes. Para a variável número de dias para germinação, foi registrado efeito significativo da salinidade, em nível de 0,01 de probabilidade.

De acordo com a análise de regressão, o efeito da salinidade sobre o número de dias para germinação foi linear e crescente, significativo em nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 8). Conforme a equação obtida (Figura 1a), a taxa de incremento relativo por aumento unitário de CEa (comparado a  $S_1$ ) foi de 2,95%.

O efeito significativo da salinidade da água de irrigação com relação à elevação no número de dias para germinação, pode estar relacionado com a redução do potencial osmótico da solução do solo ( $\psi_o$ ) causada pela ocorrência excessiva de sais solúveis no solo, resultando em diminuição na disponibilidade de água do solo, dificultando o processo de absorção de água pelas sementes (Menguel & Kirkby, 1987; Rhoades & Loveday, 1990).

Santos & Meireles (1997), utilizando os clones CCP06 e CCP1001, em diferentes concentrações salinas, a partir de NaCl e CaCl<sub>2</sub>, na proporção de 1:1, constataram diferenças significativas sobre a germinação e o tempo médio de germinação em ambos os clones. Observaram também que águas com condutividade elétrica até 1,32 e

1,97 dS m<sup>-1</sup> não induziram acréscimo significativo no número de dias para germinação e não reduziram significativamente, a percentagem de germinação. Meireles (1999) verificou que águas de 2,04 e 2,63 dS m<sup>-1</sup> elevaram o tempo médio de germinação e interferiram significativamente sobre a germinação das sementes dos dois clones utilizados. Os resultados obtidos no presente estudo, divergem dos encontrados pelos autores.

Os “clones” (Tabela 8), responderam diferenciadamente à ação da salinidade ( $p < 0,05$ ) sobre a germinação e índice de velocidade de emergência das plântulas.

Os valores médios (Tabela 8) indicam que as sementes do clone C<sub>1</sub> (CCP06) germinaram em maior percentual (98,38%) e os do clone C<sub>2</sub> (CCP1001), atingiram (94,44%), diferindo significativamente entre si. Estes resultados diferem dos obtidos por Carneiro (2001) que não constatou variação significativa para percentagem de germinação entre estes mesmos clones. Em relação ao número de dias para germinação (clone CCP06, média de 17,31 dias e CCP1001 média de 17,70 dias) não houve efeito significativo pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Estes valores são aproximados aos obtidos por Carneiro (2001) para os mesmos clones, de 19,06 e 20,55 dias, respectivamente.

A velocidade de emergência das plântulas, expressa em termos de “IVE” (Tabela 8) foi afetada pela salinidade (S) de forma significativa ( $p < 0,01$ ) embora sem efeito interativo entre os fatores (S e C). Os dados ajustaram-se mais adequadamente ao modelo linear (Figura 1b), a taxa de decréscimo relativo, por incremento unitário de CEa (comparado a S<sub>i</sub>), foi de 5,55%. Nessas condições o declínio na emergência das plantas pode ser devido a redução do potencial osmótico do meio comprometendo a germinação (Prisco & O’Leary, 1970).

Vários autores têm constatado redução da velocidade de emergência, devido à diminuição do potencial osmótico, quer por meio de tratamentos de salinidade, como no caso de coentro, estudado por Filgueira (1993), quer por meio de simulação de estresse, induzido por agentes osmóticos, como nos casos de feijão (Magalhães & Carelli, 1972), de forrageiras (Sharma, 1976), de arroz (Campos, 1986) e, de algodoeiro (Pereira, 1997). Segundo Ayers & Westcot (1999), de modo geral, a salinidade do solo, acima de 4,00 dS m<sup>-1</sup>, inibe e retarda a germinação de sementes e o crescimento inicial das plantas.

Tabela 8. Resumo de ANOVA e médias para percentagem de germinação (PG) número de dias para germinação (NDG) e índice de velocidade de emergência (IVE) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce em diferentes níveis de salinidade (CEa), aos 25 dias após a sementeira (DAS).

Causa da variação	Variáveis		
	PG	NDG	IVE
	Valores de Quadrado médio		
Salinidade (S)	3,0435 ns	6,6155 **	0,4232 **
Reg. Pol. Linear	-	16,2771**	1,0413 **
Reg. Pol. Quadr.	-	0,1473 ns	0,0145 ns
Reg. Pol. Cúbica	-	0,0536 ns	0,0012 ns
Desv. Reg.	-	0,0303 ns	0,0005 ns
Clones (C)	185,8894 **	1,7480 ns	0,1398 **
S x C	3,3848 ns	0,4479 ns	0,0075 ns
Bloco	1,2134 ns	0,7035 ns	0,0184 ns
Resíduo	8,1310	0,4655	0,0116
CV(%)	2,9576	3,8966	3,4548
	Médias		
	%	Dias	Emergência.dia <sup>-1</sup>
Salinidade			
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	97,2238	16,2575	3,4525
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	96,7588	16,6888	3,3163
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	96,7587	17,4063	3,1513
S <sub>4</sub> (3,5 dSm <sup>-1</sup> )	96,2975	17,8100	3,0388
S <sub>5</sub> (4,5 dSm <sup>-1</sup> )	95,8337	18,3300	2,9225
S <sub>6</sub> (5,5 dSm <sup>-1</sup> )	95,6025	18,5675	2,8575
Porta-enxertos			
C <sub>1</sub> (CCP06)	98,3804 a	17,3192 a	3,1771 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	94,4446 b	17,7008 a	3,0692 b
dms (clones)	1,6758	0,4010	0,0634

(\* significativo a 0,05 e (\*\* a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

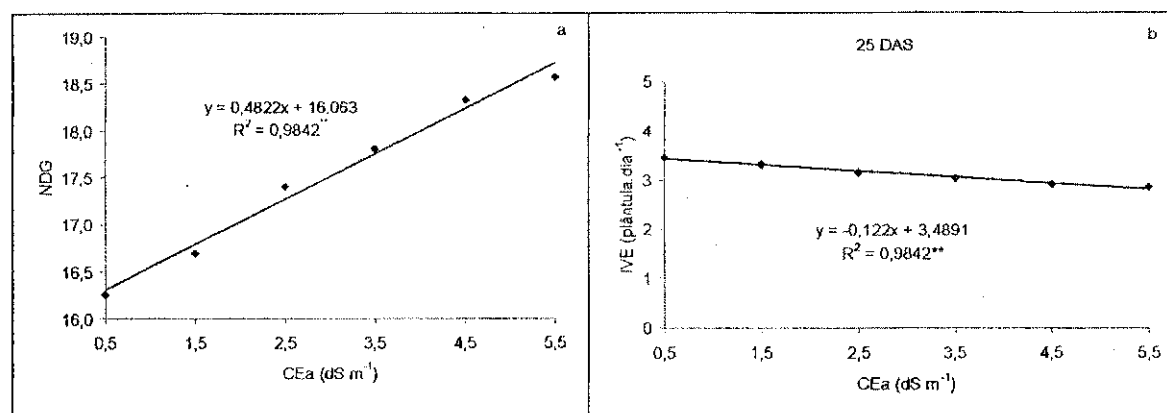


Figura 1. Número de dias para germinação – NDG (a) e índice de velocidade de emergência – IVE (b), em relação a salinidade da água de irrigação aos 25 dias após sementeira (DAS) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce.

## 4.2. Crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto

### 4.2.1. Número de folhas (NF)

O número de folhas (NF) avaliado aos 25 e 40 DAS (Tabela 9), foi prejudicado significativamente pela salinidade da água de irrigação ( $p < 0,01$ ). Em nenhuma das épocas analisadas foi constatada diferença significativa no número de folhas entre clones (C) e pelo fato de não ser significativa a interação S x C, foi similar o efeito da salinidade nos porta-enxertos.

Avaliando-se as médias apresentadas na Tabela 9, verificam-se reduções no número de folhas, entre os tratamentos salinos, aos 25 e 40 DAS. O efeito foi linear (Figura 2a), havendo decréscimo relativo por incremento unitário de CEa (comparado a S<sub>1</sub>) de 5,91 e 2,41% aos 25 e 40 DAS, respectivamente.

Nas plantas é comum ocorrerem adaptações morfológicas sob condições de estresse hídrico e salino. Esse fenômeno é uma forma da planta reduzir a perda de água por transpiração; dentre essas adaptações, destaca-se o crescimento lento em altura e do número de folhas (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1989).

Meireles (1999), também observou que a salinidade da água de irrigação prejudicou o vigor das plantas dos clones CCP06 e CCP1001 aos 30 e 60 dias após a semeadura. Registrou diminuição significativa do número de folhas, quando irrigados com água de condutividade elétrica superior a 2,04 dS m<sup>-1</sup>.

### 4.2.2. Altura de planta (AP)

O crescimento das plantas em altura (Tabela 9) foi influenciado significativamente pela salinidade da água de irrigação independentemente da idade das plantas, isto é aos 25 e 40 DAS.

Avaliando-se as médias (Tabela 9), verificam-se reduções na AP entre os tratamentos salinos, aos 25 DAS. O modelo matemático cúbico, embora significativo, não foi considerado devido ao não ajustamento das plantas ao estudo biológico, pois mostra aumento com altos níveis de salinidade. O decréscimo, por incremento unitário de CEa, pode ser obtido a partir da equação linear  $y = -2,0634x + 19,757$  e ( $r^2 = 0,98$ ) e, comparado a S<sub>1</sub>, o decréscimo por unidade de salinidade foi de 11,02%.

Os valores de desdobramento da interação S x C, para altura aos 40 dias, encontram-se na Tabela 10. Nota-se ter sido significativo o efeito do fator salinidade em nível de 0,01 de probabilidade, para os respectivos clones (S em C<sub>1</sub> e S em C<sub>2</sub>); a ação foi depressiva e linear (Figura 2b), ocorrendo redução por incremento unitário de CEa de 7,71 e 8,59%. Observa-se, ainda, pela Tabela 10, que a altura das plantas do clone CCP06 irrigados com a água de maior salinidade foi significativamente superior aos do clone CCP1001. Esta diferença pode ter sido consequência, pelo menos em parte, da germinação da semente, e crescimento inicial mais lento das plantas do CCP1001. Não se pode descartar, no entanto, uma possível resposta diferenciada dos clones em relação à salinidade da água de irrigação. Diferenças de crescimento entre genótipos com relação à salinidade têm sido observadas em diversas espécies frutíferas (Ayers & Westcot, 1999).

Meireles (1999), estudando o crescimento dos dois porta-enxertos, da mesma forma, encontrou efeito da interação (salinidade x clone) sobre a altura de planta, aos 60 dias após semeadura, observando ter sido o clone CCP1001 mais afetado do que o CCP06 pela salinidade, quando irrigados com água de CEa a partir de 2,04 dS m<sup>-1</sup>.

#### 4.2.3. Diâmetro de caule (DC)

O diâmetro de caule dos clones sofreram interferência significativa da salinidade da água de irrigação aos 25 DAS e aos 40 DAS. Nos estudos de regressão os valores relativos aos 40 DAS, ajustaram-se melhor ao modelo linear. Embora significativa a regressão quadrática, não foi levada em consideração por não se ajustar ao estudo biológico, pois mostra aumento com altos níveis de salinidade. O decréscimo no diâmetro de caule, por incremento unitário de CEa (comparado a S<sub>1</sub>) foi obtido através da equação linear  $y = -0,0127x + 0,4227$  e ( $r^2 = 0,89$ ) sendo da ordem de 3,05%.

De acordo com o desdobramento, os valores do diâmetro do caule do clone CCP06 decresceram linearmente e do CCP1001 decresceram de forma quadrática (Figura 2c). Os decréscimos por incremento unitário de CEa aos 25 DAS, baseados nas médias apresentadas na Tabela 10 e com base na equação linear (comparado a S<sub>1</sub>) foi de 3,53%, em CCP06 e, pela equação quadrática, foram de 0,63, 3,26, 11,68, 24,64, 42,12% em CCP1001, respectivamente para S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> e S<sub>6</sub>.



Nota-se ainda na Tabela 10, mediante a aplicação do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) que aos 25 dias após semeadura (DAS) os clones diferiram estatisticamente, apenas dentro do nível  $S_3$ , tendo o CCP1001 diâmetro superior, e no nível  $S_6$  onde o clone CCP06 foi superior ao CCP1001. Observa-se na Figura 2c que para salinidade de até  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  o clone CCP06 tendeu a ser superior ao CCP1001, invertendo o comportamento para valores de salinidade acima de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Tabela 9. Resumo de ANAVA e médias para número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS).

Causa da variação	25 DAS			40 DAS		
	Variáveis					
	NF	AP	DC	NF	AP	DC
	Valores de quadrado médio					
Salinidade (S)	4,8100**	120,9678**	0,018 0**	1,53 29**	13 8,1016**	0,0051**
Reg. Linear	11,22 00**	2298,3925 **		3,2304**		0,0103**
Reg. Quadr.	0,4430 *	0,0084 ns	(Desdobr.	0,4521**	(Desdobr.	0,0007 *
Reg. Cúbica	0,0823 ns	3,53 85*	Tabela 10)	0,1410 ns	Tabela 10)	0,0000 ns
Des. Reg.	0,0794 ns	0,4790 ns		0,00 43 ns		0,0008 ns
Clones (C)	0,20 67 ns	0,24 37 ns	0,00 02 ns	0,10 55 ns	0,5188 ns	0,00 04 ns
S x C	0,16 23 ns	1,04 99 ns	0,00 52**	0,1430 ns	3,0164 *	0,0004 ns
Bloco	0,10 78 ns	1,55 09 ns	0,00 04 ns	0,11 21 ns	1,1497 ns	0,00 04 ns
Resíduo	0,1273	1,3958	0,0005	0,1964	1,0731	0,0003
CV(%)	6,1668	8,7054	5,9907	5,2858	4,8124	4,224
	Médias					
	n <sup>o</sup>	----- cm -----		n <sup>o</sup>	----- cm -----	
Salinidade						
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	6,5837	18,3488	0,4087	9,1788	27,1538	0,4263
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	6,3750	17,2413	0,3863	8,5625	25,2513	0,3987
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	6,2813	14,6500	0,3863	8,2813	22,3150	0,3888
S <sub>4</sub> (3,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,7500	12,6213	0,3500	8,2188	19,9013	0,3663
S <sub>5</sub> (4,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,0313	9,7675	0,3350	8,0938	18,0525	0,3663
S <sub>6</sub> (5,5 dSm <sup>-1</sup> )	4,6875	8,7987	0,2775	7,9688	16,4825	0,3613
Porta-enxertos						
C <sub>1</sub> (CCP06)	5,7192 a	13,5000 a	0,3592 a	8,4308 a	21,6300 a	0,3875 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	5,8504 a	13,6424 a	0,3554 a	8,3371 a	21,4221 a	0,3817 a
dms (clones)	0,2097	0,6943	0,0126	0,2604	0,6088	0,0095

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 10. Desdobramento da interação e médias para diâmetro de caule (DC) aos 25 dias após a semeadura (DAS) e altura de planta (AP) aos 40 (DAS) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce.

Causa da variação	Variáveis	
	DC	AP
	Valores de quadrado médio	
S em C <sub>1</sub> (CCP06)	0,0029 **	63,2266 **
Reg. Pol. Linear	0,0134 **	299,1983 **
Reg. Pol. Quadr.	0,0001 ns	13,1892 *
Reg. Pol. Cúbica	0,0003 ns	1,751 ns
Desv. Reg.	0,0003 ns	0,9970 ns
Resíduo	0,0001	1,8618
CV(%)	2,9785	6,3082
Salinidade	Médias (cm)	
S <sub>1</sub> (0,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3975	27,4175
S <sub>2</sub> (1,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3825	25,2400
S <sub>3</sub> (2,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3550	21,8725
S <sub>4</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3500	19,2750
S <sub>5</sub> (4,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3475	18,4150
S <sub>6</sub> (5,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3225	17,5600
	Valores de quadrado médio	
S em C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,0204 **	77,8914 **
Reg. Pol. Linear	0,0833 **	384,5566 **
Reg. Pol. Quadr.	0,0129 **	1,1691 ns
Reg. Pol. Cúbica	0,0008 ns	0,5206 ns
Desv. Reg.	0,0024 ns	0,1366 ns
Resíduo	0,0008	0,4576
CV(%)	8,0719	3,1596
Salinidade	Médias (cm)	
S <sub>1</sub> (0,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,4200	26,8900
S <sub>2</sub> (1,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3900	25,2625
S <sub>3</sub> (2,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,4175	22,7575
S <sub>4</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3500	20,5275
S <sub>5</sub> (4,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,3225	17,6900
S <sub>6</sub> (5,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,2325	15,4050
C em S <sub>1</sub>	0,0010 ns	0,5565 ns
C <sub>1</sub> (CCP06)	0,3975 a	27,4175 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,4200 a	26,8900 a
C em S <sub>2</sub>	0,0001 ns	0,0010 ns
C <sub>1</sub> (CCP06)	0,3825 a	25,2400 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,3900 a	25,2625 a
C em S <sub>3</sub>	0,0078 **	1,5665 ns
C <sub>1</sub> (CCP06)	0,3550 b	21,8725 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,4175 a	22,7575 a
C em S <sub>4</sub>	0,0000 ns	3,1375 ns
C <sub>1</sub> (CCP06)	0,3500 a	19,2750 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,3500 a	20,5275 a
C em S <sub>5</sub>	0,0012 ns	1,0512 ns
C <sub>1</sub> (CCP06)	0,3475 a	18,4150 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,3225 a	17,6900 a
C em S <sub>6</sub>	0,0162 **	9,2880 **
C <sub>1</sub> (CCP06)	0,3225 a	17,5600 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,2325 b	15,4050 b
dms (clones)	0,0457	2,2140

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

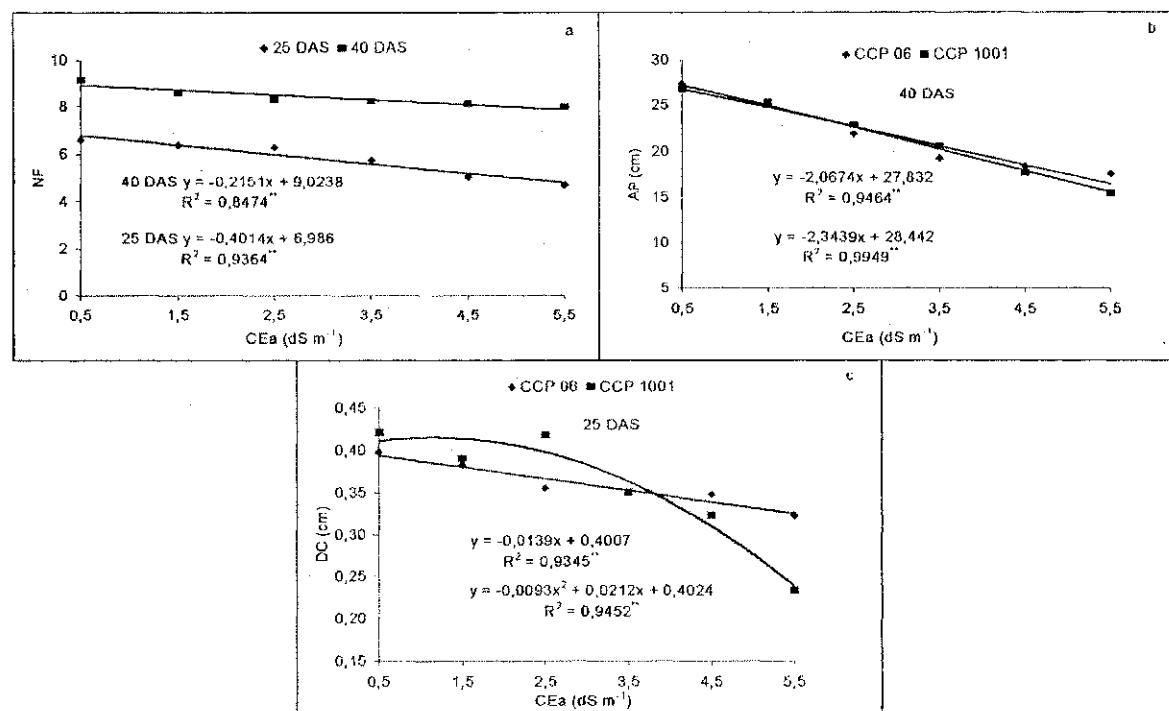


Figura 2. Número de folhas (NF) aos 25 e 40 DAS (a), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) dos clones CCP06 e CCP1001 (b e c), em função da salinidade da água de irrigação.

#### 4.2.4. Fitomassa verde (FVPA) e seca (FSPA) da parte aérea

A salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo (Tabela 11) sobre o rendimento biológico e a parte aérea independente da idade das plantas. O aumento salino da água reduziu linearmente a fitomassa verde da parte aérea (Figura 3a). Os decréscimos, por incremento unitário de CEa, aos 25 e 40 DAS (comparados a S<sub>1</sub>) foram de 7,36 e 6,35%, respectivamente. Embora tenha sido obtido efeito cúbico, não foi o mesmo considerado por não satisfazer ao estudo biológico, pois mostra aumento com altos níveis de salinidade.

Observa-se através da análise de variância (Tabela 11), que a salinidade da água de irrigação também afetou a produção de fitomassa seca da parte aérea (FSPA) em nível de 0,01 de probabilidade, aos 25 e 40 DAS. Verifica-se também efeito do fator clones (C), em ambas as avaliações. Não houve efeito interativo, entre os fatores estudados, sobre a FSPA. Assim, o efeito depreciativo da salinidade da água de irrigação, foi linear sobre a produção de fitomassa seca da parte aérea (Figura 3b), não dependeu dos níveis de salinidade e ocorreu de maneira similar para FVPA, com os decréscimos de CEa, aos 25 e 40 DAS de 6,37 e 7,63%, respectivamente.

Quanto as médias de FSPA (Tabela 11) relacionadas ao fator clones (C), constata-se que os valores de produção de fitomassa seca da parte aérea do clone CCP1001, tanto aos 25 (0,92g) como aos 40 dias (1,59g), foram significativamente maiores do que os do CCP06 (0,87 e 1,44 g, respectivamente).

Carneiro (2001), estudando o crescimento inicial de 5 genótipos de cajueiro, entre eles CCP06 e CCP1001, irrigados com águas de condutividade elétrica variando 0,7, a 2,8 dS m<sup>-1</sup>, semelhantemente a este estudo, observou ter sido mais afetada a fitomassa seca da parte aérea, com o aumento da salinidade da água de irrigação, reduzindo significativamente a produção de FSPA aos 100 dias após semeadura

Tabela 11. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa verde (FVPA) e seca (FSPA) da parte aérea de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS).

Causa da variação	25 DAS	40 DAS	25 DAS	40 DAS
	Variáveis			
	FVPA		FSPA	
	Valores de quadrado médio			
Salinidade (S)	8,2822 **	9,6987 **	0,1372 **	0,5767 **
Reg. Pol. Linear	20,0813 **	23,6438 **	0,3244 **	1,4357 **
Reg. Pol. Quadr.	0,3556 ns	0,0073 ns	0,0121 **	0,0000 ns
Reg. Pol. Cúbica	0,0000 ns	0,6501 *	0,0008 ns	0,0044 ns
Desv. Reg.	0,1344 ns	0,0247 ns	0,0029 *	0,0008 ns
Clones (C)	0,0595 ns	0,0000 ns	0,0363 **	0,2700 **
S x C	0,0439 ns	0,2529 ns	0,0016 ns	0,0060 ns
Bloco	0,2996 ns	0,2080 ns	0,0049 ns	0,0316 ns
Resíduo	0,1324	0,2364	0,0021	0,0146
CV(%)	6,1251	5,8469	5,1594	7,9259
	Médias			
Salinidade	g			
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	7,1563	9,5750	1,0400	1,8725
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	6,6750	9,4750	0,9913	1,7438
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	6,3613	8,6862	0,9763	1,6100
S <sub>4</sub> (3,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,9600	7,9063	0,8963	1,4488
S <sub>5</sub> (4,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,0038	7,2900	0,7738	1,2738
S <sub>6</sub> (5,5 dSm <sup>-1</sup> )	4,4900	6,9738	0,7100	1,1813
Porta-enxertos				
C <sub>1</sub> (CCP06)	5,9058 a	8,3162 a	0,8704 b	1,4475 b
C <sub>2</sub> (CCP1001)	5,9763 a	8,3154 a	0,9254 a	1,5975 a
dms (clones)	0,2139	0,2857	0,0272	0,0709

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.2.5. Fitomassa seca da raiz (FSR) e total (FST)

Assim como para a FVPA, a salinidade (S) afetou a produção de fitomassa seca da raiz (FSR) e total (FST) das plantas aos 25 e 40 (DAS). Também constatou efeito diferenciado entre clones, em ambos os períodos de avaliação (Tabela 12). Não houve efeito interativo entre clones e tratamentos de salinidade. A FSR foi reduzida linearmente aos 25 e 40 DAS com o aumento da CEa (Figura 3c). Os decréscimos, por incremento unitário de CEa (comparados a  $S_1$ ) foram de 4,35 e 3,81%. Comparando-se os decréscimos de FSR, da ordem de 21,76% (25 DAS) e 19,07% (40 DAS), no nível mais alto de salinidade, com o anteriormente discutido para FSPA, que foi de 36,78% (25 DAS) e 31,74% (40 DAS), também em  $S_6$ , observa-se ter sido mais afetada pela salinidade a parte aérea.

Tomando-se como base os valores da Tabela 12, o clone CCP1001 produziu maior FSR, aos 25 e 40 DAS (0,31g e 0,40g) em relação ao CCP06 (0,23g e 0,32g) e, com efeito, maior para FST (1,23g e 2,00g). Nota-se, através dos dados contidos na referida Tabela, que a salinidade da água de irrigação interferiu negativamente sobre a produção de fitomassa seca da raiz (FSR) e total (FST) e esse efeito aumentou com o tempo de formação das mudas.

O comportamento estatístico (Tabela 12), para fitomassa seca total (FST), foi semelhante ao da fitomassa seca da parte aérea – FSPA (25 e 40 DAS). Portanto, de tendência semelhante a FSPA, a salinidade da água de irrigação afetou a produção de fitomassa seca total (FST), aos 25 e 40 dias após semeadura, com diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ). O efeito depressivo da salinidade sobre a FST nas duas épocas de avaliação foi linear, com significância de 0,01 de probabilidade (Tabela 12). Conforme o modelo matemático obtido (Figura 3d), os percentuais de decréscimos, por incremento unitário de CEa (comparados a  $S_1$ ) aos 25 e 40 DAS, foram de 5,91 e 6,96%, respectivamente.

A salinidade inibe menos o crescimento das raízes do que o da parte aérea (Meiri & Poljakoff-Mayber, 1970; Maas et al., 1972; Maas & Hoffmann, 1977; Shannon, 1979; Fageria, 1984; Fageria, 1989). Em função disso, a planta aumenta a sua capacidade de absorção de água em detrimento da taxa de transpiração (Fageria, 1984; Fageria, 1989).

A fitomassa seca da planta constitui uma importante variável para análise do crescimento, em resposta ao nível de salinidade. Reduções na produção de fitomassa seca de plantas cultivadas em condições de estresse salino, foram também observadas por Carneiro (2001) e Meireles (1999), em cajueiro anão precoce. Tais reduções foram explicadas pelas menores taxas de fotossíntese e de metabolismo da planta e pela exposição das raízes ao meio salino (Cramer et al., 1989).

Tabela 12. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa seca de raiz (FSR) e fitomassa seca total (FST) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS).

Causa da variação	25 DAS		40 DAS	
	Variáveis			
	FSR	FST	FSR	FST
	Valores de quadrado médio			
Salinidade (S)	0,0051 **	0,1919 **	0,0066 **	0,7084 **
Reg. Pol. Linear	0,0126 **	0,4629 **	0,0164 **	1,7633 **
Reg. Pol. Quadr.	0,0001 ns	0,0092 **	0,0000 ns	0,0000 ns
Reg. Pol. Cúbica	0,0000 ns	0,0008 ns	0,0000 ns	0,0047 ns
Desv. Reg.	0,0001 ns	0,0035 *	0,0000 ns	0,0015 ns
Clones (C)	0,0653 **	0,2015 **	0,0867 **	0,6721 **
S x C	0,0004 ns	0,0027 ns	0,0006 ns	0,0038 ns
Bloco	0,0002 ns	0,0047 ns	0,0023 ns	0,454 *
Resíduo	0,0011	0,0033	0,0016	0,0141
CV(%)	12,0466	4,9337	11,1369	6,2958
	Médias			
Salinidade	g			
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,3113	1,3513	0,4013	2,2713
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,2925	1,2825	0,3825	2,1263
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,2788	1,2525	0,3725	1,9813
S <sub>4</sub> (3,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,2688	1,1638	0,3588	1,8088
S <sub>5</sub> (4,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,2500	1,0238	0,3400	1,6113
S <sub>6</sub> (5,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,2450	0,9550	0,3225	1,5038
Porta-enxertos				
C <sub>1</sub> (CCP06)	0,2375 b	1,1067 b	0,3204 b	1,7654 b
C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,3113 a	1,2363 a	0,4054 a	2,0021 a
dms (clones)	0,0194	0,0340	0,0238	0,0697

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey

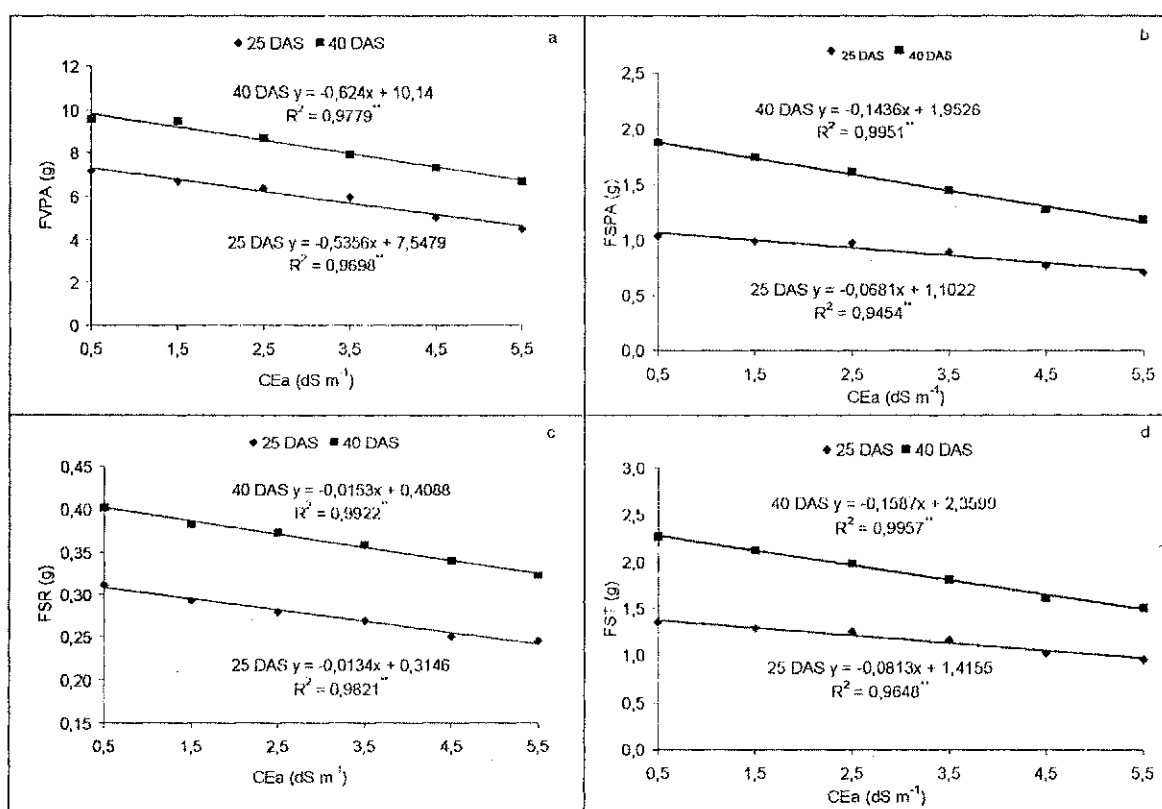


Figura 3. Fitomassa verde da parte aérea – FVPA (a) e seca – FSPA (b); fitomassa seca da raiz – FSR (c); fitomassa seca total – FST (d), em função da salinidade da água de irrigação aos 25 e 40 dias após semeadura (DAS) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce.

## 4.2.6. Índices Fisiológicos

### 4.2.6.1. Área foliar (AF)

A salinidade da água de irrigação interferiu significativamente ( $p < 0,01$ ) a área foliar das plantas AF, aos 25 e 40 DAS (Tabela 13). A agressividade de sais provocou redução (Figura 4a), com decréscimos de 10,37 e 8,74%, respectivamente. Observou-se também que a área foliar aumentou com a idade das plantas pela salinidade, indicando dessa forma, uma possível adaptação da planta ao estresse salino. Os ‘clones’ responderam diferentemente aos sais, o genótipo CCP1001 desenvolveu, em média, 9,36 e 9,80% mais área foliar do que o CCP06 aos 25 e 40 dias após a semeadura.

De acordo com Läuchi & Epstein (1990), Araújo (1994) e Souza (1995), a redução da área foliar provavelmente decorre da diminuição do volume de células. Os autores afirmam que a redução da área foliar e da fotossíntese contribuem, de certo modo, para adaptação da cultura à salinidade.

#### 4.2.6.2. Razão de área foliar (RAF)

Com base nas análises de variância (Tabela 13), constata-se que a salinidade da água de irrigação afetou negativamente a RAF aos 25 e 40 dias após a semeadura. Pela Figura 4b a RAF, nas plantas irrigadas com água declinou a partir de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  linearmente com o incremento da salinidade da água de irrigação independente da idade das plantas. Os decréscimos relativos da RAF aos 25 e 40 DAS (comparados a  $S_1$ ), foram de 5,29 e 2,55%, respectivamente.

Houve respostas diferenciadas entre os clones, sobre a razão de área foliar, nas duas épocas de avaliação (25 e 40 DAS), em nível de 0,01 de probabilidade (Tabela 13). Em ambos os períodos, os valores referentes a  $C_1$  (CCP06) foram superiores aos de  $C_2$  (CCP1001), com os decréscimos de 10,57 e 11,46%.

Com o crescimento foliar diminui a proporção do material fotossintetizado retido no limbo da folha, isto é, maior é a exportação de fotoassimilados para outras partes da planta. Portanto, como a RAF é um indicativo da dimensão relativa do aparelho assimilador, expressa a área foliar em função da matéria seca resultante da fotossíntese - valores altos de RAF indicam que os produtos fotoassimilados estão sendo mais utilizados para formação do aparelho fotossintético. Pelos dados de RAF aos 25 e 40 DAS contidos na Tabela 13, percebe-se que seus valores foram superiores aos 40 dias, evidenciando que os produtos fotossintetizados nesse período, foram utilizados para o crescimento das folhas. Comportamento semelhante foi, também, observado por Carneiro (2001) que ao estudar o desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão precoce, constatou valores superiores de RAF aos 50 dias após semeadura.

#### 4.2.6.3. Relação raiz / parte aérea (R/PA)

Essa variável revela qual das partes da planta foi mais afetada pela salinidade. Pelos dados contidos na Tabela 13, observa-se que a salinidade da água de irrigação afetou significativamente a relação raiz/parte aérea, em nível de 0,01 de probabilidade aos 25 e 40 DAS. À medida que se elevaram os níveis de salinidade, aumentaram também os valores da R/PA, em razão da parte aérea ter sido mais afetada pelos tratamentos salinos. Conforme a



Figura 4c, relativa significativamente aos 25 e 40 DAS, os dados ajustaram-se ao modelo linear, e os incrementos relativos da relação R/PA aos 25 e 40 DAS (comparados a  $S_1$ ) foram de 3,49 e 7,01%, respectivamente.

Os 'clones' apresentaram valores estatisticamente diferentes da relação R/PA (Tabela 13). A relação R/PA em  $C_2$  (CCP1001), aos 25 DAS ( $0,3397 \text{ g g}^{-1}$ ) e aos 40 DAS ( $1,0391 \text{ g g}^{-1}$ ), foi significativamente superior ao registrado em  $C_1$  (CCP06) com ( $0,2761$  e  $0,2243 \text{ g g}^{-1}$ ).

Aos 25 DAS (Figura 4c) a relação raiz/parte aérea decresceu lentamente, com efeito linear até o incremento da CEa de  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ ; o fato ocorreu devido a fitomassa seca da raiz ter decrescido da mesma forma, bem como, em função da pequena taxa de redução ocorrida em termos de fitomassa seca da parte aérea. Aos 40 DAS o efeito foi linear e a relação R/PA cresceu rapidamente com o incremento dos níveis de salinidade, sendo maior a taxa de redução de fitomassa seca da parte aérea (decréscimo de 38,17% entre  $S_1$  e  $S_6$ , com base na equação de regressão), enquanto para fitomassa seca da raiz, ocorreu um decréscimo, entre os mesmos tratamentos, de apenas 19,07%. Como as duas variáveis diminuíram com o aumento da salinidade e a parte aérea foi mais afetada, a relação R/PA aumentou com os níveis de salinidade da água de irrigação.

Resultados semelhantes foram obtidos por Caneiro (2001), em que aos 50 DAS a parte aérea do cajueiro anão precoce foi mais sensível à salinidade do que as raízes, resultando em aumento na relação R/PA com o aumento da salinidade; conforme Bernstein (1975), as raízes embora expostas aos ambientes salinos, seu crescimento é menos afetado do que a parte aérea. Segundo Ludlow & Muchov (1990), o aumento da relação R/PA é uma tentativa das raízes da planta em explorar maior volume de solo.

Tabela 13. Resumo de ANOVA e médias para área foliar (AF), razão de área foliar (RAF) e relação raiz / parte aérea (R/PA) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após semeadura (DAS).

Causa da variação	25 DAS			40 DAS		
	Variáveis					
	AF	RAF	R/PA	AF	RAF	R/PA
Valores de quadrado médio						
Salinidade (S)	9760,6519**	1466,471 **	0,004 **	20508,169**	359,833 *	0,0410 *
Reg. Linear	24073,079**	2842,052 **	0,006 **	49710,378 **	746,215 *	0,1006 **
Reg. Quadr.	875,217**	637,033 **	0,003 **	0,145 ns	0,884 ns	0,0004 ns
Reg. Cúbica	0,2748 ns	109,443 ns	0,000 ns	990,868 *	149,745 ns	0,0004 ns
Des. Reg.	95,7584 ns	38,815 ns	0,001 ns	297,062 ns	1,371 ns	0,0005 ns
Clones (C)	1955,342**	1635,469 **	0,048 *	7244,955 **	2546,049 **	7,9666 **
S x C	311,171 ns	23,822 ns	0,0001 ns	318,129 ns	14,689 ns	0,0259 ns
Bloco	79,878 ns	212,070 ns	0,0008 ns	205,055 ns	211,867 ns	0,0126 ns
Resíduo	187,277	80,964	0,001	512,729	138,899	0,0120
CV(%)	10,531	8,6015	13,0233	9,5037	9,8356	17,3637
Médias						
	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	g g <sup>-1</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	g g <sup>-1</sup>
Salinidade						
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	169,996	115,849	0,297	298,066	125,313	0,544
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	152,367	111,525	0,294	290,512	128,461	0,573
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	148,156	114,452	0,285	248,522	122,883	0,605
S <sub>4</sub> (3,5 dSm <sup>-1</sup> )	131,725	105,653	0,299	227,832	116,792	0,628
S <sub>5</sub> (4,5 dSm <sup>-1</sup> )	100,028	100,641	0,324	186,531	111,870	0,703
S <sub>6</sub> (5,5 dSm <sup>-1</sup> )	77,373	79,536	0,346	178,088	113,631	0,725
Porta-enxertos						
C <sub>1</sub> (CCP06)	123,558 b	110,447 a	0,276 b	225,973 b	127,108 a	0,224 b
C <sub>2</sub> (CCP1001)	136,323 a	98,772 b	0,339a	250,544 a	112,542 b	1,039 a
dms (clones)	8,042	5,288	0,023	13,307	6,926	0,064

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey

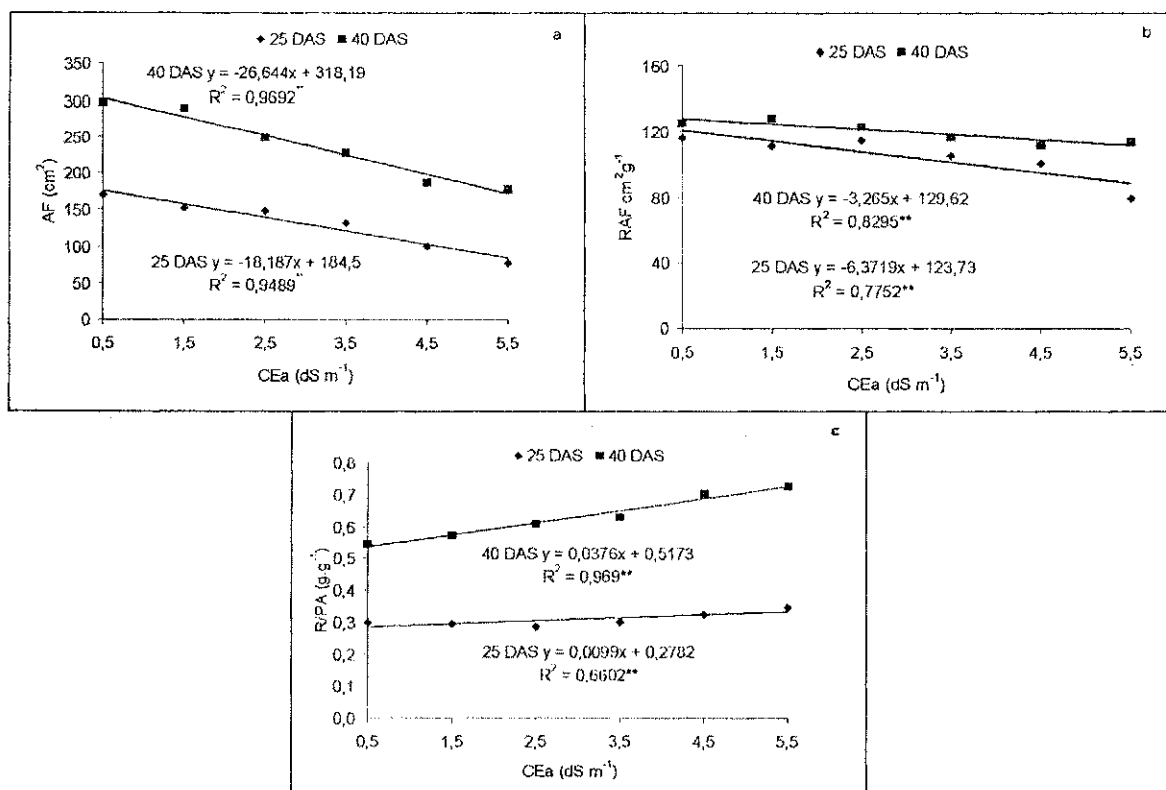


Figura 4. Área foliar – AF (a), razão de área foliar – RAF (b) e relação raiz / parte aérea - R/PA (c), em função da salinidade da água de irrigação aos 25 e 40 DAS de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce.

#### 4.2.6.4. Taxa de crescimento absoluto (TCA)

Analisando-se os resultados de análise de variância para TCA, ao longo do ciclo (Tabela 14), nota-se que a salinidade prejudicou linearmente o crescimento absoluto da parte aérea das plantas ( $p < 0,01$ ). Conforme as equações obtidas, mediante análise de regressão dos dados (Figura 5), os decréscimos, por aumento unitário de CEa (comparados a  $S_1$ ), foram de 4,60 e 4,72%, nos períodos de 0-25 e de 25-40 DAS, respectivamente; verifica-se ter aumentado o percentual de decréscimo da TCA, ao longo do ciclo, denotando o aumento da sensibilidade à salinidade com o passar do tempo. Resultados semelhantes foram obtidos por Carneiro (2001), ao avaliar a TCA aos 50 DAS em cajueiro anão precoce. Tendo constatado decréscimo, por incremento unitário de CEa, de 8,59%.

Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre clones (Tabela 14). Em ambos os períodos de avaliação, os valores referentes a  $C_2$  (CCP1001) foram significativamente superiores aos de  $C_1$  (CCP06), com os decréscimos relativos de 6,89 e 5,75%.

#### **4.2.6.5. Taxa de crescimento relativo (TCR)**

Desses dados da taxa de crescimento relativo (Tabela 14), percebe-se que a salinidade da água de irrigação (S), no intervalo de 25 a 50 DAS, não exerceu efeito significativo, e os clones responderam igualmente aos níveis crescentes da salinidade sobre a TCR.

Os resultados estão em acordo com os de Carneiro (2001), que verificou comportamento semelhante ao avaliar que a salinidade da água de irrigação, não influenciou a eficiência da cultura em produzir material novo, por unidade de material pre-existente, no intervalo de 50 a 100 dias após semeadura.

#### **4.2.6.6. Taxa de assimilação líquida (TAL)**

Verifica-se, pelos dados contidos na Tabela 14, que a salinidade da água de irrigação (S) não exerceu efeito significativo sobre a TAL, nos intervalos de 0-25 e 25-40 DAS. Assim, da mesma forma que a taxa de crescimento relativo, a salinidade não afetou a taxa de assimilação líquida diária ao longo do período de avaliação, em relação à matéria seca produzida por unidade de área foliar. De acordo com observações de Benincasa (1988), cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética. Ainda, seguindo a Tabela 14, nota-se que o fator clone (C) foi significativo ( $p < 0,05$ ). Observando-se as médias obtidas para cada clone verifica-se os valores de TAL do clone CCP1001, aos 25 DAS e 40 DAS, foram em média 1,46 e 1,38% maiores do que os de CCP06.

Tabela 14. Resumo de ANOVA e médias para taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce, aos 25 e 40 dias após a semeadura (DAS).

Causa da variação	(0 - 25) <sup>1</sup>		(25 - 40) <sup>1</sup>		(0 - 25) <sup>1</sup>		(25 - 40) <sup>1</sup>	
	Variáveis							
	TCA		TCR		TAL			
	Valores de quadrado médio							
Salinidade(S)	2,2433 **	3,9883 **	0,3379 ns	13,5581 ns	0,0015 ns	0,0001 ns		
Reg. Pol. Linear	5,4989 **	9,6910 **	-	-	-	-		
Reg. Pol. Quadr.	0,0497 ns	0,0031 ns	-	-	-	-		
Reg. Pol. Cúbica	0,0416 ns	0,1809 ns	-	-	-	-		
Desv. Reg.	0,0089 ns	0,0490 ns	-	-	-	-		
Clones(C)	1,7743 *	2,0305 ns	0,1187 ns	4,5621 ns	0,0032 *	0,0028 *		
SxC	0,0524 ns	0,2251 ns	0,0709 ns	3,7234 ns	0,0001 ns	0,0001 ns		
Bloco	0,5561 ns	0,5897 ns	0,5428 ns	22,4936 ns	0,0012 ns	0,0004 ns		
Resíduo	0,2644	0,4714	0,3190	12,8056	0,0007	0,0004		
CV(%)	9,5408	9,8751	11,2854	14,3598	2,3841	1,8165		
	Médias							
Salinidade	mg dia <sup>-1</sup>		mg mg <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>		mg cm <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup>			
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	6,09 (36,80)	7,83 (61,33)	5,29 (27,62)	26,6661	1,13 (0,24)	1,10 (0,21)		
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,89 (33,75)	7,56 (56,25)	5,22 (26,34)	26,4398	1,11 (0,23)	1,09 (0,23)		
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,48 (29,15)	7,29 (52,33)	4,92 (23,37)	24,4751	1,09 (0,20)	1,09 (0,20)		
S <sub>4</sub> (3,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,15 (25,75)	6,59 (42,91)	4,78 (22,10)	23,5640	1,10 (0,21)	1,09 (0,21)		
S <sub>5</sub> (4,5 dSm <sup>-1</sup> )	4,93 (23,75)	6,32 (39,58)	4,88 (23,22)	24,1305	1,11 (0,23)	1,10 (0,23)		
S <sub>6</sub> (5,5 dSm <sup>-1</sup> )	4,77 (22,00)	6,11 (36,66)	4,90 (23,36)	24,2453	1,13 (0,29)	1,10 (0,29)		
Porta-enxertos								
C <sub>1</sub> (CCP06)	5,1967 b	6,7469 b	4,9546 a	24,6118 a	1,1038 b	1,0928 b		
C <sub>2</sub> (CCP1001)	5,5812 a	7,1583 a	5,0541 a	25,2284 a	1,1202 a	1,1081 a		
dms (clones)	0,3022	0,4035	0,3319	2,1030	0,0156	0,0117		

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey

( ) médias entre parênteses – dados originais

<sup>1</sup> Dados transformados em  $\sqrt{x + 1}$ .

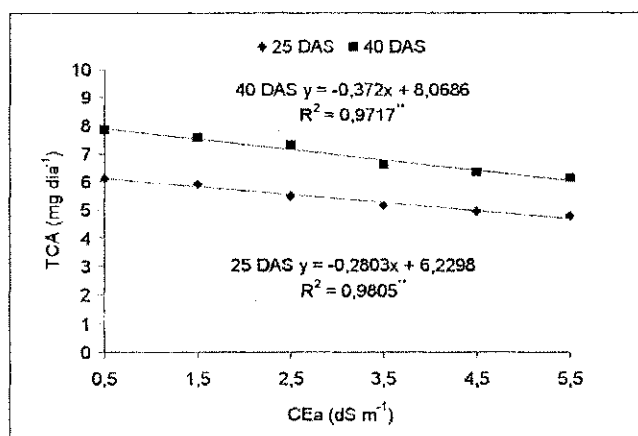


Figura 5. Taxa de crescimento absoluto (TCA), em função da salinidade da água de irrigação aos 25 e 40 DAS de dois porta-enxertos de cajueiro anão precoce.

#### 4.2.7. Plantas aptas à enxertia (PAE)

Os dados (Tabela 15) referentes ao número de plantas aptas a serem enxertadas (40 DAS), não foram afetadas significativamente pelos tratamentos (S). Ao contrário, houve diferença significativa na percentagem de plantas aptas à enxertia entre os clones de porta-enxertos estudados ( $p < 0,01$ ). O porta-enxerto CCP06 teve, em média, 14,39% a mais no PAE, em relação ao CCP1001. Os resultados divergem de Meireles (1999), ao avaliar o número de plantas de dois porta-enxertos aptas a receber enxertia, apesar de constatar diferença significativa entre os clones, o CCP1001 (18,54 plantas) foi superior ao CCP06 (17,63 plantas).

Tabela 15. Resumo de ANAVA e médias para percentagem de plantas aptas a enxertia (PAE), aos 40 DAS de dois porta-enxertos (CCP06 e CCP1001) de cajueiro anão precoce.

Causa da variação	Variável
	PAE
Valores de quadrado médio	
Salinidade (S)	54,1275 ns
Reg. Pol. Linear	-
Reg. Pol. Quadr.	-
Reg. Pol. Cúbica	-
Desv. Reg.	-
Clones (C)	1650,6691 **
S x C	20,5202 ns
Bloco	13,1452 ns
Resíduo	27,1240
CV(%)	6,8874
Médias	
%	
Salinidade	
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	76,3884
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	77,7774
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	74,7680
S <sub>4</sub> (3,5 dSm <sup>-1</sup> )	76,1570
S <sub>5</sub> (4,5 dSm <sup>-1</sup> )	70,8329
S <sub>6</sub> (5,5 dSm <sup>-1</sup> )	77,7774
Porta-enxertos	
C <sub>1</sub> (CCP 06)	81,4810 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	69,7526 b
dms (clones)	3,0607

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05 (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey

( ) médias entre parênteses – dados originais

### 4.3. Crescimento e desenvolvimento do enxerto

Aos 45 dias após a enxertia do clone CCP76, todos os enxertos em ambos os “cavalos” não sobreviveram à irrigação com a salinidade a partir de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Dessa forma não foi possível a avaliação das variáveis estudadas anteriormente nos porta-enxertos e, com apenas três tratamentos, não deve ser viável os estudos de regressão. Desse modo, os resultados referentes ao enxerto foram interpretados com base nas análises de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey.

#### 4.3.1. Percentagem de pegamento do enxerto (PPE)

Na Tabela 16 estão os dados obtidos da análise de variância para a percentagem de pegamento do enxerto (PPE), avaliados aos 30 dias após a enxertia (DAE); observou-se efeito significativo em nível de 0,01 de probabilidade para o fator salinidade (S), sem entretanto, haver significância para o fator clone (C) e para a interação (S x C). Portanto, o efeito dos sais sobre a PPE não variou com o tipo de clone utilizado como porta-enxerto, ou seja, apresentaram o mesmo comportamento quando irrigados de salinidade crescente.

A salinidade da água reduziu de forma acentuada e quadrática (Figura 6a), com decréscimo do pegamento do enxerto por aumento unitário de CEa, (comparados a  $S_1$ ) de 21,03, 39,13, 54,28, 66,50 e 75,77% para  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  e  $S_6$ , respectivamente. Acima de ( $S_2$ )  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  diminuiu consideravelmente o percentual de pegamento de enxertos, aos 30 DAE.

Meireles (1999) utilizando, saco de polietileno e enxertia por borbulhia, observou efeito semelhante de salinidade da água de irrigação sobre o pegamento do clone CCP76, diminuindo com o aumento da CEa; quando a salinidade da água aumentou de 0,26 para  $2,63 \text{ dS m}^{-1}$  a percentagem de pegamento caiu de 79,33 para 1,02%.

Aos 45 dias após enxertia (DAE) agravou-se a situação, com alta percentagem de plantas mortas (PPM), quando irrigadas com água de salinidade igual e superior a  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Na Tabela 16, estão os dados relativos à PPM verificando-se efeito significativo do fator salinidade (S), em nível de 0,01 de probabilidade sem diferença entre

clones. Os dados ajustaram-se melhor ao modelo exponencial, significativo em nível de 0,01 de probabilidade. Conforme o modelo matemático obtido, apresentado na Figura 6b, houve incremento na percentagem de plantas mortas nos níveis iniciais de salinidade da água de irrigação, obtendo-se o máximo de PPM (100%) a partir da CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

Tabela 16. Resumo de ANAVA e médias para percentagem de pegamento (PPE)<sup>a</sup> e percentagem de plantas mortas (PPM), aos 30 e 45 dias após a enxertia (DAE) no desenvolvimento do clone CCP76.

Causa da variação	30 DAE	45 DAE
	Variáveis	
	PPE <sup>a</sup>	PPM
Valores de quadrado médio		
Salinidade (S)	3189,0728 **	11934,2766**
Reg. Pol. Linear	7598,5663 **	26020,5772**
Reg. Pol. Quadr.	152,5599 *	1278,2446**
Reg. Pol. Cúbica	86,1339 ns	1787,7356**
Desv. Reg.	67,7249 ns	374,5670**
Clones (C)	14,6124 ns	40,3150 ns
S x C	56,0860 ns	122,1636 ns
Bloco	141,0708 *	328,3645 **
Resíduo	43,1227	54,0043
CV(%)	16,6957	10,9906
Médias		
	%	%
Salinidade		
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	65,8759 (81,7075)	18,2925
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	60,2482 (74,5788)	25,4213
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	40,4956 (42,5300)	57,4700
S <sub>4</sub> (3,5 dSm <sup>-1</sup> )	28,4309 (23,0638)	100,000
S <sub>5</sub> (4,5 dSm <sup>-1</sup> )	23,5891 (16,4025)	100,000
S <sub>6</sub> (5,5 dSm <sup>-1</sup> )	17,3530 ( 9,5263)	100,000
Porta-enxertos		
C <sub>1</sub> (CCP 06)	39,8839 a	65,9475 a
C <sub>2</sub> (CCP 1001)	38,7804 a	67,7804 a
dms (clones)	3,8592	4,3188

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey

( ) médias entre parênteses – dados originais

<sup>a</sup> Dados apresentados como transformados em arco seno  $\sqrt{x(\%)}$



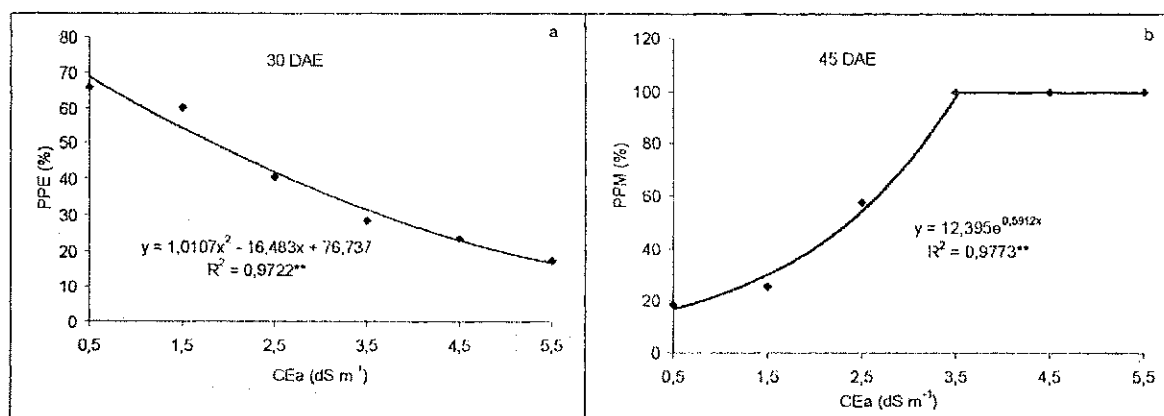


Figura 6. Percentagem de pegamento – PPE (a) e percentagem de plantas mortas – PPM (b), em função da salinidade da água de irrigação aos 30 e 45 dias após a enxertia (DAE) no desenvolvimento do enxerto CCP76.

#### 4.3.2. Número de folhas (NF)

Pelos resultados apresentados na Tabela 17, referentes o número de folhas no enxerto, não sofreu interferência significativa dos fatores estudados: salinidade (S), clones (C) e da interação (S x C) aos 45 dias após enxertia. Entretanto, aos 60 DAE foi constatado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das respectivas fontes de variação.

Houve redução no número de folhas com o aumento da salinidade da água de irrigação (Tabela 17 e Figura 7a). Pelo teste de Tukey as médias dos tratamentos  $S_1$  e  $S_2$  não diferiram significativamente entre si mas, as plantas tratadas com a água  $S_1$ , foi significativamente superiores a  $S_3$  com um acréscimo de 22,45% no número de folhas aos 60 DAE.

Com relação aos clones porta-enxertos, quando o CCP76 foi enxertado em CCP06 ( $C_1$ ), o número de folhas foi significativamente maior, em relação ao porta-enxerto CCP1001; constata-se para o CCP06 um acréscimo de 13,14% em relação ao CCP1001. Esse aumento no NF, pode está relacionado com o maior crescimento das plantas em altura. Diferentemente dos resultados encontrados por Mereiles (1999) que aos 90 dias após enxertia verificou maior NF no clone CCP76 enxertado em CCP1001.

#### 4.3.3. Altura de planta (AP)

A altura média de plantas observadas aos 45 e 60 dias após a enxertia estão apresentados na Tabela 17. Considerando-se as médias em ambos os períodos, observam-se efeitos significativos para os níveis de salinidade (S) e para fator clones (C).

O aumento da salinidade provocou redução na altura das plantas (Tabela 17 e Figura 7b). Pelo teste de Tukey, nota-se decréscimos em relação a  $S_1$  no crescimento das plantas de 7,55 e 10,09%, 10,98 e 15,75% respectivamente para  $S_2$  e  $S_3$ , aos 45 e 60 dias após enxertia.

Os diferentes clones (C), cresceram diferentemente (Tabela 17) em função da salinidade. Aos 45 DAE, o clone CCP76 enxertado no porta-enxerto CCP06 cresceu mais 6,36 do que sobre o CCP1001, reduzindo para 4,01% aos 60 DAE.

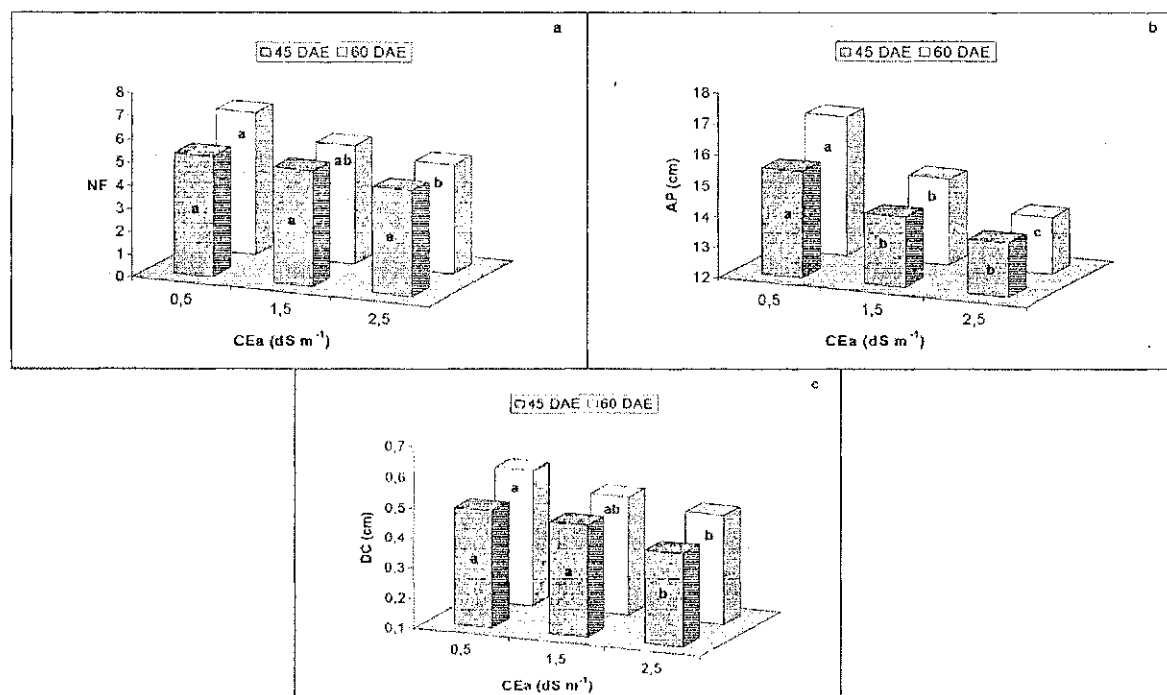
#### 4.3.4. Diâmetro de caule (DC)

O diâmetro de caule foi afetado pela salinidade da água de irrigação ( $p < 0,01$ ) em ambos os períodos de medição (Tabela 17). Embora as plantas irrigadas com  $S_1$  e  $S_2$  não tenham diferido significativamente entre si, o diâmetro de caule, em ambos os níveis de salinidade, foi significativamente superior a  $S_3$  aos 45 dias após enxertia (Figura 7c). O diâmetro de caule diminuiu com o incremento da salinidade; as reduções relativas (comparados  $S_1$ ) aos 45 e 60 dias após a enxertia, com base nas médias, foram de 16,12% e 15,18%.

Tabela 17. Resumo de ANAVA e médias para número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos, aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE).

Causa da variação	45 DAE			60 DAE		
	Variáveis					
	NF	AP	DC	NF	AP	DC
	Valores de quadrado médios					
Salinidade (S)	0,82 29 ns	6,0509 **	0,0138 **	4,0417 *	13,8116 **	0,0140 **
Clones (C)	0,2604 ns	5,4626 **	0,0051 ns	3,3750 *	2,2817 *	0,0028 ns
S x C	0,0104 ns	0,1976 ns	0,0040 ns	1,1250 ns	0,5789 ns	0,0055 ns
Bloco	0,17 71 ns	0,2062 ns	0,0057 ns	1,0000 ns	0,4028 ns	0,0015 ns
Resíduo	0,6188	0,3607	0,0020 ns	0,6750	0,2766	0,0019
CV(%)	15,798	4,1367	9,8187	15,4047	3,4946	8,7254
	Médias					
	$n^0$	----- cm -----		$n^0$	----- cm -----	
Salinidade						
$S_1$ (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,2500 a	15,4750 a	0,4888 a	6,1250 a	16,4688 a	0,5450 a
$S_2$ (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	5,0625 a	14,3063 b	0,4725 a	5,1250 ab	14,8063 b	0,4925 ab
$S_3$ (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	4,6250 a	13,7750 b	0,4100 b	4,7500 b	13,8750 c	0,4625 b
Porta-enxertos						
$C_1$ (CCP06)	5,0833 a	14,9958 a	0,4717 a	4,9583 b	15,3583 a	0,5108 a
$C_2$ (CCP1001)	4,8750 a	14,0417 b	0,4425 a	5,7083 a	14,7417 b	0,4892 a
dms (clones)	0,6835	0,5219	0,0390	0,7139	0,4570	0,0379

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey



Na mesma data e mesma letra as médias não diferem entre si, pelo teste F, em nível de 0,05 de probabilidade.

Figura 7. Número de folhas – NF (a), altura de planta – AP (b) e diâmetro de caule – DC (c), resultantes do desenvolvimento do onxerto CCP76, aos 45 e 60 dias após enxertia nos porta-enxertos CCP06 e CCP1001, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

#### 4.3.5. Fitomassa verde (FVPA) e seca da parte aérea (PSPA)

Pelo resumo da análise de variância (Tabela 18), observa-se que a salinidade exerceu efeito significativo sobre a fitomassa verde e seca da parte aérea das plantas, nos períodos de medição (45 e 60 DAE). Verificou-se diferença entre clones (C) aos 45 dias após enxertia para a variável FSPA. Os dados indicados nas Figuras 8a e 8b, verificam-se ter havido aumento da FVPA e FSPA, aos 60 dias após enxertia. Porém, ocorrendo reduções dessas fitomassas entre os tratamentos salinos, correspondentes aos mesmos períodos de avaliação.

No tratamento salino S<sub>1</sub> a produção de FVPA foi estatisticamente superior aos tratamentos S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>, aos 45 DAE, com os decréscimos de FVPA de 12,80 e 20,59%, e aos 60 DAE o tratamento S<sub>1</sub> não diferiu S<sub>2</sub> e sim de S<sub>3</sub> com o decréscimo de 19,78%. Quanto a FSPA, nota-se diferença significativa de S<sub>1</sub> em relação a S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub> aos 45 DAE, com os decréscimos de 19,84, 26,13% e aos 60 DAE, observa-se diferença significativa de S<sub>1</sub> em relação a S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub> e este último diferindo de S<sub>2</sub>. Os decréscimos foram de 17,67, 29,19% para S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>.

Com relação ao fator clone (C), houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) entre eles, na fitomassa seca da parte aérea, aos 45 dias após a enxertia (Tabela 18). O clone CCP06 desenvolveu maior fitomassa seca da parte aérea apenas aos 45 dias (1,3917 g) sem diferir estatisticamente de CCP1001, aos 60 DAE.

Tabela 18. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa verde (FVPA) e seca (FSPA) da parte aérea no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE).

Causa da variação	Variáveis			
	FVPA		FSPA	
	45 DAE	60 DAE	45 DAE	60 DAE
	Valores de quadrado médio			
Salinidade (S)	5,3690 **	5,2518 **	0,3663 **	0,6450 **
Clones (C)	0,4704 ns	0,0104 ns	0,0963 *	0,0092 ns
S x C	0,6771 ns	1,1578 ns	0,0496 ns	0,0314 ns
Bloco	0,6477 ns	0,9085 ns	0,0122 ns	0,0136 ns
Resíduo	0,4245	0,5735	0,0190	0,0235
CV(%)	9,3050	10,2474	10,3788	9,4073
	Médias			
Salinidade	g			
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	7,8788 a	8,1888 a	1,5688 a	1,9313 a
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	6,8700 b	7,4125 ab	1,2575 b	1,5900 b
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	6,2563 b	6,5688 b	1,1588 b	1,3675 c
Porta-enxertos				
C <sub>1</sub> (CCP06)	7,1417 a	7,3692 a	1,3917 a	1,6492 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	6,8617 a	7,4108 a	1,2650 b	1,6100 a
dms (clones)	0,5661	0,6580	0,1198	0,1332

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey

#### 4.3.6. Fitomassa seca da raiz (FSR) e total (FST)

Dados da análise de variância e as médias observadas para fitomassa seca da raiz (FSR) e total (FST), aos 45 e 60 DAE, estão contidos na Tabela 19. Verifica-se que a salinidade da água de irrigação não exerceu influência sobre a FSR nos períodos de avaliação (Figura 8c); embora sem significância estatística, com o aumento da salinidade da água de irrigação, ocorreu uma tendência de diminuição do sistema radicular, aos 45 DAE, enquanto que aos 60 DAE, houve uma tendência de aumento desse sistema. Não sendo significativa a interação (S x C) ficou constatado que o efeito da salinidade não dependeu do fator clone ou vice versa.

Em relação à produção de fitomassa seca total (FST), cujos dados estão apresentados na Tabela 19, houve influência da salinidade da água de irrigação (S), aos 45 e 60 dias após a enxertia, com efeito significativo, em nível de 0,01 de probabilidade para os níveis de salinidade e em nível de 0,05 para o fator clone 'C' na primeira medição de FST, aos 45 DAE; no entanto, como observada em FSR, não foi constatada significância estatística para a interação (S x C), sugerindo não haver diferença de fitomassa seca total entre os clones estudados, em função da salinidade da água de irrigação.

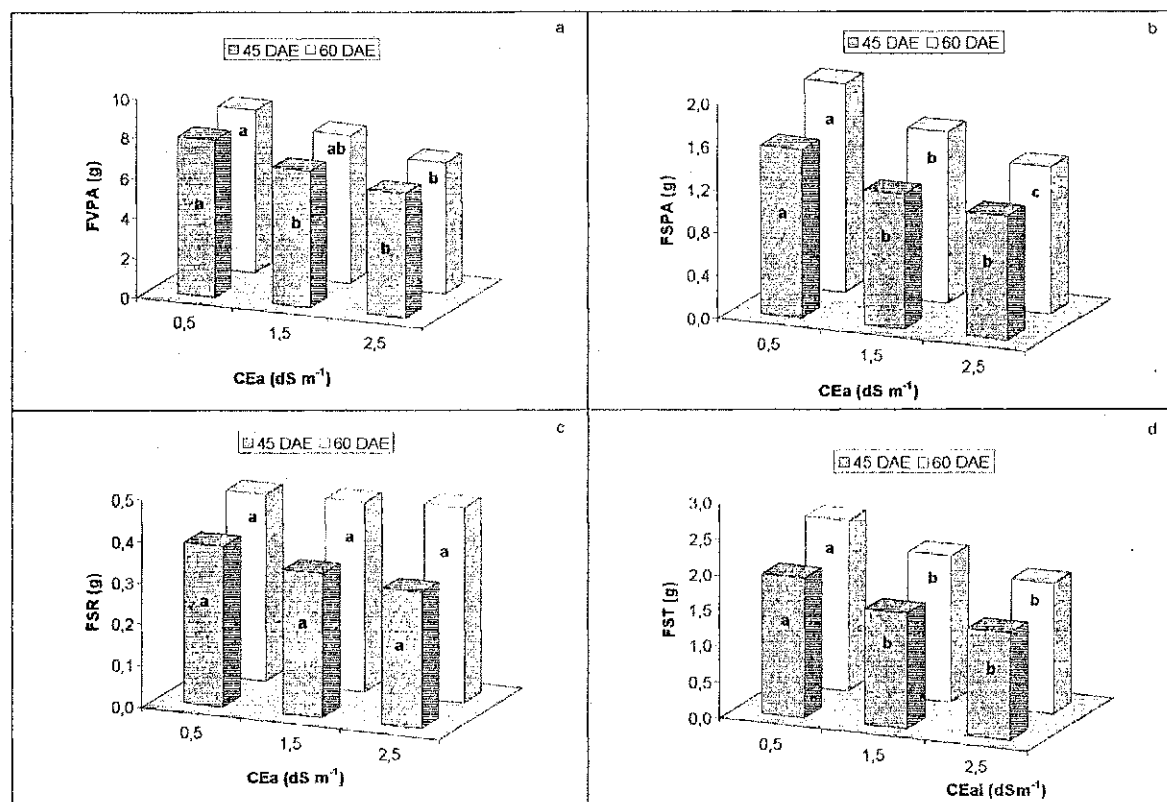
Aos 45 e 60 DAE (Tabela 19 e Figura 8d), o nível de salinidade S<sub>1</sub> foi superior aos níveis S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>, sem diferença significativa entre S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>. Os decréscimos relativos da fitomassa seca total para os períodos de medição (comparados a S<sub>1</sub>) foram de 17,87 e 23,88% e 14,01 e 23,30% respectivamente para S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>.

Analisando-se o efeito do fator clone 'C' aos 45 DAE (Tabela 19), observa-se que o porta-enxerto CCP06 (média 1,7675g) foi estatisticamente superior ao CCP1001 (média 1,6025g). A salinidade teve influência sobre a FST de CCP76, quando enxertado em CCP1001 com decréscimo em torno de 9,33% comparado ao CCP06.

Tabela 19. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa seca de raiz (FSR) e fitomassa seca total (FST) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE).

Causa da variação	45 DAE		60 DAE	
	Variáveis			
	FSR	FST	FSR	FST
	Valores de quadrado médio			
Salinidade (S)	0,0071 ns	0,4732 **	0,0009 ns	0,6245 **
Clones (C)	0,0084 ns	0,1634 *	0,0001 ns	0,0073 ns
S x C	0,0032 ns	0,0762 ns	0,0114 ns	0,0874 ns
Bloco	0,0018 ns	0,0117 ns	0,0076 ns	0,0093 ns
Resíduo	0,0031	0,0260	0,0072	0,0437
CV(%)	15,6617	9,5652	18,4398	10,0254
	Médias			
Salinidade	g			
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,3888 a	1,9575 a	0,4500 a	2,3813 a
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,3500 a	1,6075 b	0,4575 a	2,0475 b
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	0,3300 a	1,4900 b	0,4712 a	1,8263 b
Porta-enxertos				
C <sub>1</sub> (CCP06)	0,3750 a	1,7675 a	0,4617 a	2,1025 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	0,3375 a	1,6025 b	0,4575 a	2,0675 a
dms (clones)	0,0485	0,1400	0,0736	0,1816

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey



Na mesma data e mesma letra as médias não diferem entre si, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 8. Fitomassa verde da parte aérea – FVPA (a) e seca – FSPA (b), fitomassa seca da raiz – FSR (c) e fitomassa seca total – FST (d) resultantes do desenvolvimento do enxerto CCP76, aos 45 e 60 dias após enxertia nos porta-enxertos CCP06 e CCP1001, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

#### 4.3.7. Índices fisiológicos

##### 4.3.7.1. Taxas de crescimento absoluto (TCA), relativo (TCR) e de assimilação líquida (TAL)

O resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) está apresentado na Tabela 20. Observa-se que estes índices não sofreram efeito da salinidade da água de irrigação (S), no período de medição, aos 45 e 60 dias após a enxertia, com exceção para a taxa de assimilação líquida (TAL) em que houve efeito significativo em nível de 0,05 de probabilidade na última medição (Figura 9).

Não houve, também, efeito dos fatores clones (C) e interativo (S x C), sobre as taxas de crescimento, nos dois períodos de medição (Tabela 20).

Ao se aplicar o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) às médias da taxa de assimilação (TAL), no período de 45 a 60 dias após enxertia, verifica-se que o nível  $S_1$  diferiu significativamente de  $S_3$ , embora não tenha diferido de  $S_2$ . Contudo em termos relativos, a TAL foi aumentada em 11,12%, quando as plantas foram submetidas a  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ , enquanto aos 25 e 40 dias após a sementeira, os níveis salinos não interferiram sobre a TAL durante a formação dos porta-enxertos, com o discutido no sub-item 4.2.6.6.

Tabela 20. Resumo de ANAVA e médias para taxa de crescimento absoluto (TCA)<sup>1</sup>, taxa de crescimento relativo (TCR)<sup>1</sup> e taxa de assimilação líquida (TAL)<sup>1</sup> no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos aos 45 e 60 DAE.

Causa da variação	(0 - 45)		(45 - 60)		(0 - 45)		(45 - 60)	
	Variáveis				(0 - 45)		(45 - 60)	
	TCA		TCR		TAL			
	Valores de quadrado médio							
Salinidade (S)	0,2456 ns	0,8053 ns	0,1348 ns	0,3414 ns	0,0057 ns	0,0384 *		
Clones (C)	1,3149 ns	4,3692 ns	1,0228 ns	2,1180 ns	0,0000 ns	0,0171 ns		
S x C	1,1619 ns	3,7863 ns	0,6567 ns	1,1867 ns	0,0015 ns	0,0052 ns		
Bloco	0,2335 ns	0,7635 ns	0,1751 ns	0,3039 ns	0,0052 ns	0,0054 ns		
Resíduo	0,4055	1,3321	0,2627	0,4739	0,0025	0,0079		
CV(%)	20,6308	22,4413	20,5481	18,9426	4,6735	7,6875		
	Médias							
	mg dia <sup>-1</sup>		mg mg <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>		mg cm <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup>			
Salinidade								
$S_1$ ( $0,5 \text{ dSm}^{-1}$ )	3,11 (9,41) a	5,18 (28,25) a	2,38 (5,15) a	3,45(11,77) a	1,03 (0,07) a	1,09 (0,20) a		
$S_2$ ( $1,5 \text{ dSm}^{-1}$ )	3,24 (9,77) a	5,43 (29,33) a	2,63 (6,10) a	3,85(14,10) a	1,05 (0,12) a	1,14(0,31) ab		
$S_3$ ( $2,5 \text{ dSm}^{-1}$ )	2,89 (7,75) a	4,80 (23,25) a	2,45 (5,29) a	3,59(12,38) a	1,09 (0,19) a	1,23 (0,53) b		
Porta-enxertos								
$C_1$ (CCP06)	2,8525 a	4,7165 a	2,2880 a	3,3370 a	1,0633 a	1,1310 a		
$C_2$ (CCP1001)	3,3206 a	5,5698 a	2,7008 a	3,9311 a	1,0614 a	1,1845 a		
dms (clones)	0,5533	1,0029	0,4454	0,5981	0,0431	0,0773		

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey

( ) médias entre parênteses – dados originais, <sup>1</sup>Dados transformados em  $\sqrt{X + 1}$ .

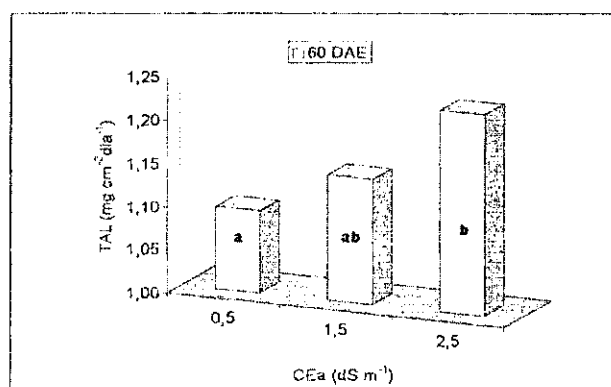


Figura 9. Taxa de assimilação líquida (TAL) resultante do desenvolvimento do enxerto CCP76, ao 60 dias após enxertia nos porta-enxertos CCP06 e CCP1001, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

#### 4.3.7.2. Área foliar (AF)

A área foliar foi influenciada significativamente pelos níveis de salinidade da água de irrigação (S), nas duas épocas de medição ( $p < 0,01$ ) com exceção para o fator clone (C) e interação S x C, em que não houve efeito significativo (Tabela 21).

Analogamente ao observado para a produção de fitomassa seca da parte aérea (FSPA), a área foliar (AF) dos clones estudados declinou em função do incremento da salinidade da água de irrigação (Tabela 21 e Figura 10a). Ao se aplicar o teste de Tukey às médias da AF, aos 45 e 60 dias após enxertia, verificou-se redução significativa nos níveis S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>, da ordem de 28,84, 59,30% e 29,41, 66,32%, quando comparadas com o nível de salinidade S<sub>1</sub>, respectivamente.

Não foi encontrada, na literatura disponível, referências contendo resultados de pesquisa versando sobre os efeitos da salinidade sobre a AF em cajueiro anão precoce enxertado.

#### 4.3.7.3. Razão de área foliar (RAF)

Aos 45 e 60 dias após enxertia (Tabela 21), a salinidade da água de irrigação (S) produziu efeito significativo na RAF em ambos os períodos de medição, em nível de 0,01 de probabilidade, indicando que o efeito do estresse salino na AF foi de diferente intensidade em relação ao ocorrido na produção de fitomassa seca total (FST). Quanto ao fator clone (C), houve diferença significativa em nível de 0,05 de probabilidade na medição realizada aos 45 dias após enxertia, com o clone CCP1001 apresentando o valor de RAF estatisticamente superior. Embora, tenha havido efeito significativo dos tratamentos salinos sobre a RAF, nos dois períodos de medição, não foi ele interativo com clones.

Pode-se verificar, na Tabela 21 e Figura 10b, que os tratamentos salinos diminuíram significativamente a RAF nas duas épocas estudadas. Esta redução da RAF, sob o efeito da salinidade da água de irrigação, pode ser explicado em função da AF e da FST terem sido menos afetada pela salinidade aos 60 DAE. Ao se comparar as médias, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), nota-se que aos 45 e 60 DAE, os níveis de salinidade S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub> não



diferiram entre si. Entretanto, observam-se diferenças significativas de ambos comparados a  $S_3$ . Os decréscimos relativos (comparados a  $S_1$ ) foram de 14,74, 47,35% e 17,78, 56,29% para  $S_2$  e  $S_3$  respectivamente.

#### **4.3.7.4. Relação raiz / parte aérea (R/PA)**

De acordo com os dados da análise de variância (Tabela 21), a salinidade da água de irrigação afetou, significativamente, a relação raiz / parte aérea (R/PA) em nível de 0,01 de probabilidade, apenas aos 60 dias após a enxertia.

As plantas produzidas nos níveis de salinidade  $S_2$  e  $S_3$  desenvolveram uma relação raiz/parte aérea, estatisticamente superior. O decréscimo relativo médio, ocorrido nas plantas do tratamento  $S_1$ , foi de 32,61%. O fato da relação raiz/parte aérea ter crescido com o incremento da salinidade (Figura 10c) deu-se em função da maior taxa de redução ocorrida em termos de fitomassa seca da parte aérea aos 60 DAE (decrécimo de 29,19% entre  $S_1$  e  $S_3$ ).

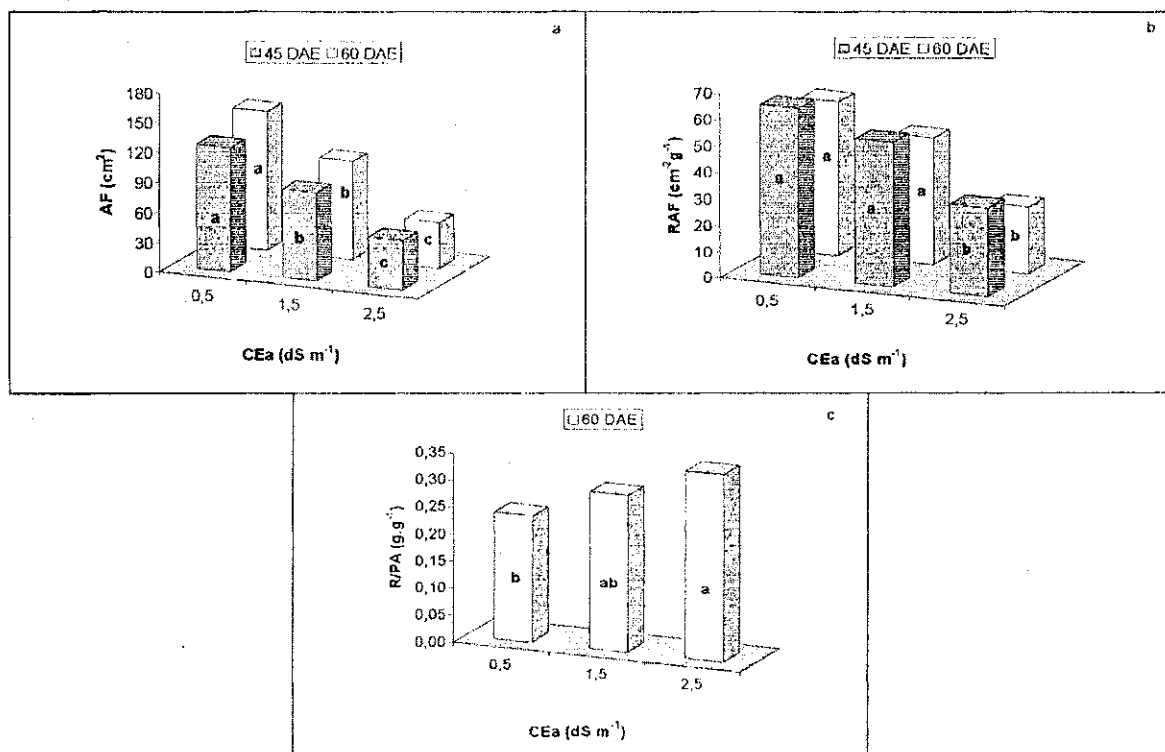
#### **4.3.7.5. Teor de água das folhas (TAF) e no caule (TAC)**

Analisando-se os dados dessas variáveis, percebe-se não ter havido efeito significativo dos fatores estudados (S e C), pois o teor de água na folha (TAF) e no caule (TAC) avaliados aos 60 dias após a enxertia não variaram significativamente entre os níveis salinos e os clones. As médias dessas variáveis estão apresentadas na Tabela 22. Carneiro (2001) observou no cajueiro anão-precoce, ao contrário deste trabalho, efeito da salinidade da água de irrigação sobre o teor de água das folhas aos 50 e 100 dias após a semeadura.

Tabela 21. Resumo de ANOVA e médias para razão de área foliar (RAF) e relação raiz / parte aérea (R/PA) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em dois diferentes porta-enxertos aos 45 e 60 dias após a enxertia (DAE).

Causa da variação	45 DAE			60 DAE		
	Variáveis					
	AF	RAF	R/PA	AF	RAF	R/PA
	Valores de quadrado médio					
Salinidade (S)	10935,8685**	1945,9626**	0,0038 ns	17000,9920**	2250,0221**	0,0254 **
Clones (C)	37,1259 ns	343,8900*	0,0000 ns	8,4609 ns	0,4046 ns	0,0000 ns
S x C	94,0301 ns	39,0382 ns	0,0004 ns	823,0828 ns	94,0844 ns	0,0012 ns
Bloco	902,0553 *	292,8263*	0,0020 ns	1073,8348 ns	226,8701*	0,0044 ns
Resíduo	240,9816	57,5651	0,0022	344,3849	66,0831	0,0023
CV(%)	17,6303	14,8658	17,2840	19,6480	18,5202	16,7141
	Médias					
	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	g.g <sup>-1</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	g.g <sup>-1</sup>
Salinidade						
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	124,6813 a	64,3603 a	0,2471 a	138,7188 a	58,2856 a	0,2329 b
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	88,7250 b	54,8711 a	0,2829 a	97,9162 b	47,9179 a	0,2893 ab
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	50,7450 c	33,8824 b	0,2870 a	46,7163 c	25,4768 b	0,3456 a
Porta-enxertos						
C <sub>1</sub> (CCP06)	86,8067 a	47,2526 b	0,2738 a	95,0442 a	43,7636 a	0,2883 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	89,2942 a	54,8233 a	0,2709 a	93,8567 a	44,0233 a	0,2903 a
dms (clones)	13,4886	6,5926	0,0409	16,1249	7,0635	0,0420

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey



Na mesma data e mesma letra as médias não diferem entre si, pelo teste F, em nível de 0,05 de probabilidade.

Figura 10. Área foliar – AF (a), razão de área foliar – RAF (b) e relação raiz/parte aérea – R/PA (c) resultantes do desenvolvimento do enxerto CCP76, aos 45 e 60 dias após enxertia em porta-enxertos CCP06 e CCP1001, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

Tabela 22. Resumo de ANOVA e médias para teor de água na folha (TAF) e teor de água no caule (TAC) no desenvolvimento do clone CCP76 enxertado em ambos porta-enxertos aos 60 dias após a enxertia (DAE).

Causa da variação	Variáveis	
	TAF	TAC
	Valores de Quadrado médio	
Salinidade (S)	59,5343 ns	77,3296 ns
Clones (C)	48,4220 ns	89,5907 ns
S x C	122,6293 ns	39,2692 ns
Bloco	31,6679 ns	47,3695 ns
Resíduo	51,2238	39,0863
CV(%)	9,6936	7,8087
	Médias	
Salinidade	----- % -----	
S <sub>1</sub> (0,5 dSm <sup>-1</sup> )	72,7063 a	83,6312 a
S <sub>2</sub> (1,5 dSm <sup>-1</sup> )	76,9437 a	78,6200 a
S <sub>3</sub> (2,5 dSm <sup>-1</sup> )	71,8488 a	77,9375 a
Porta-enxertos		
C <sub>1</sub> (CCP06)	75,2533 a	78,1308 a
C <sub>2</sub> (CCP1001)	72,4125 a	81,9950 a
dms (clones)	6,2189	5,4324

(\*) significativo a 0,05 e (\*\*) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo a 0,05; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, em nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey

#### 4.4. Condutividade elétrica da água de drenagem (CE<sub>ad</sub>), fator de concentração (FC), fração de lixiviação (FL) e consumo de água (CA)

A partir da semeadura, foi feito acompanhamento, em intervalos de 10 dias, da condutividade elétrica da água de drenagem, até o final do experimento aos 60 DAE, obtendo-se os dados médios apresentados na Tabela 23 e individuais no Apêndice 2. De acordo com a Figura 11a, nota-se que a condutividade elétrica do efluente drenado (CE<sub>ad</sub>), logicamente, aumentou com o incremento da salinidade da água de irrigação (CE<sub>a</sub>).

Ainda, segundo a Tabela 23, observa-se que o fator de concentração de sais na água de drenagem ( $FC = CE_{ad}/CE_a$ ) diminuiu com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 11b) e tem uma relação inversa ao da fração de lixiviação (FL) (Figura 11c) que cresceu com o aumento da salinidade da água de irrigação, em detrimento do consumo de água pelas plantas.

O consumo médio de água, também decresceu com o aumento da condutividade da água de irrigação (Figura 11d). Isso indica que o estresse salino, induz ao

estresse hídrico, devido à redução do potencial osmótico da solução no solo. Assim, fica evidenciado que o efeito osmótico foi uma das causas, a condicionar redução do crescimento das plantas, com o aumento da salinidade, por provocar estresse hídrico, fato constatado pela redução do consumo de água pelas plantas, estando de acordo, portanto, com citações de Menguel & Kirkby (1987) e de Rhoades & Loveday (1990).

Com relação aos porta-enxertos CCP06 e CCP1001, apresentados na Tabela 23, percebe-se não ter ocorrido variação, ou seja, as mudas de CCP76 formadas sobre esses porta-enxertos tiveram comportamento similar.

Verifica-se com base nos valores médios (Figura 12) o comportamento da CEad, ao longo do experimento (21 de fevereiro a 22 de maio), que ocorrem um aumento da CEad a partir da primeira avaliação de fevereiro (21 de fevereiro) para todos os tratamentos. Isso deve-se, provavelmente, por ocasião da primeira adubação realizada no dia 18 do mesmo mês. Nota-se ainda, na mesma figura que os valores da CEad em todos os tratamentos oscilaram durante o período de avaliação, e que os valores tenderam a se elevar a partir de (22 de abril) talvez em função da segunda adubação.

Percebe-se também (Figura 12) que no dia 12 de maio, ocorreu redução da CEad para os tratamentos  $S_1$  ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) e  $S_2$  ( $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) e aumento acentuado para o tratamento  $S_3$  ( $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), o que pode explicar a morte das plantas dos tratamentos acima de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Tabela 23. Resumo da condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), fator de concentração (FC) da água de drenagem, fração de lixiviação (FL) e consumo de água (CA) por tubete, correspondendo ao período de produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce

Fatores estudados	<sup>1</sup> CEad (dS m <sup>-1</sup> )	<sup>2</sup> FC	<sup>3</sup> FL	<sup>4</sup> CA (mL)
Clone CCP06				
Salinidade				
S <sub>1</sub> (0,5 dS m <sup>-1</sup> )	1,07	2,14	0,54	35,46
S <sub>2</sub> (1,5 dS m <sup>-1</sup> )	2,81	1,87	0,54	35,44
S <sub>3</sub> (2,5 dS m <sup>-1</sup> )	4,28	1,71	0,55	34,45
S <sub>4</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	5,18	1,48	0,56	32,41
S <sub>5</sub> (4,5 dS m <sup>-1</sup> )	6,44	1,43	0,58	33,17
S <sub>6</sub> (5,5 dS m <sup>-1</sup> )	7,39	1,34	0,60	30,33
Clone CCP1001				
Salinidade				
S <sub>1</sub> (0,5 dS m <sup>-1</sup> )	1,09	2,17	0,51	37,66
S <sub>2</sub> (1,5 dS m <sup>-1</sup> )	2,96	1,97	0,51	38,08
S <sub>3</sub> (2,5 dS m <sup>-1</sup> )	4,16	1,65	0,52	36,34
S <sub>4</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	5,30	1,51	0,53	34,87
S <sub>5</sub> (4,5 dS m <sup>-1</sup> )	6,55	1,44	0,55	34,82
S <sub>6</sub> (5,5 dS m <sup>-1</sup> )	7,64	1,38	0,56	33,84

(<sup>1,2,3,4</sup>) os dados que deram origem a estas médias estão apresentados no apêndice 1,

FC = CEad/CEa; FL = Vol. Drenado/Vol. Aplicado; Consumo de água = Vol. Aplicado – Vol. Drenado

\* Cada valor representa a média de dez avaliações para S<sub>1</sub> a S<sub>3</sub>, e para os demais tratamentos 8 avaliações.

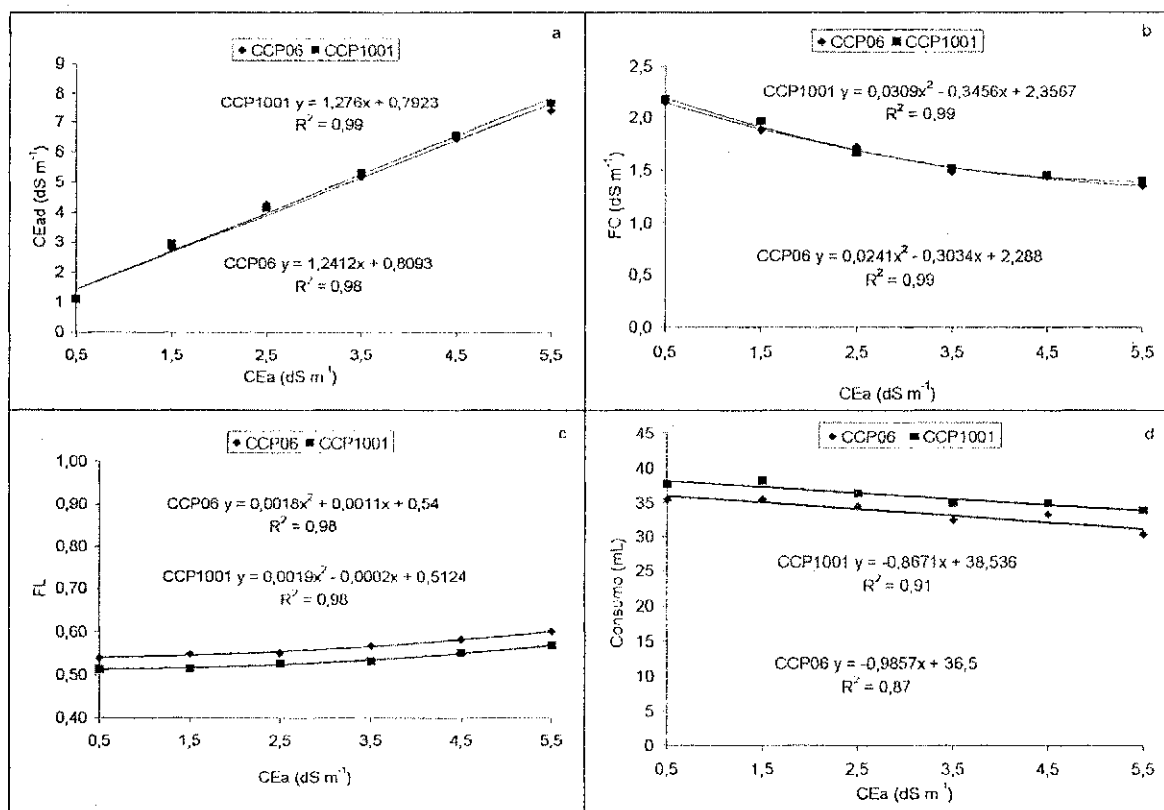


Figura 11. Comportamento médios da condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), do fator de concentração (FC), fração de lixiviação (FL), consumo de água (CA) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

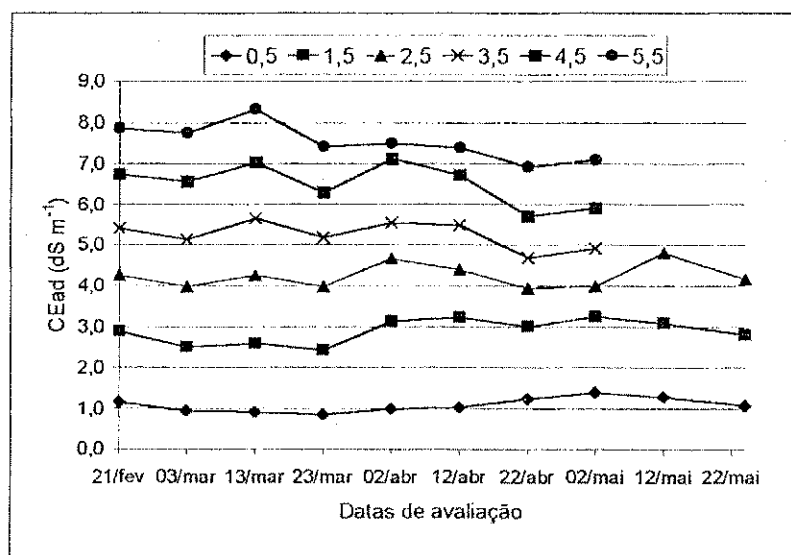


Figura 12. Comportamento médios da condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), em função da salinidade da água de irrigação (CEa) para o período de realização do experimento.

## **5. CONCLUSÕES**

1. A salinidade da água de irrigação não afetou o processo germinativo, mas prolongou o período de germinação das sementes. A velocidade de emergência (IVE) também foi inibida em função da condutividade elétrica da água de irrigação.
2. A irrigação com água de salinidade superior a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , afetou negativamente a emissão de folhas, o crescimento em altura, diâmetro do caule e área foliar das plantas; sendo a maior redução no porta-enxerto CCP1001.
3. Com o incremento da CEA além de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , ocorre decréscimo do vigor, em termos de fitomassa da parte aérea, de raiz e total. O porta-enxerto CCP1001 desenvolveu uma maior relação raiz/parte aérea. O efeito da salinidade é mais intenso sobre o crescimento da parte aérea do que o sistema radicular.
4. O crescimento absoluto e razão de área foliar dos porta-enxertos, decresceu, com a salinidade da água acima de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ .
5. Não há interferência da salinidade de água de irrigação sobre o número de plantas dos clones CCP06 e CCP1001 aptos a serem enxertados.
6. O consumo médio de água durante a formação dos porta-enxertos (CCP06 e CCP1001), decresceu linearmente com o aumento de salinidade da água de irrigação.

7. A percentagem de pegamento do enxerto CCP76 diminui drasticamente com o aumento da salinidade da água de irrigação. A morte das plantas foi constatada para as águas de salinidade superiores a  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ .
8. O aumento da salinidade reduziu significativamente o desenvolvimento do enxerto, avaliado pelo número de folhas, altura de planta, diâmetro do caule, fitomassa verde e seca da parte aérea, da raiz e total.
9. A área foliar e a razão de área foliar do enxerto, decresceram drasticamente com o aumento da salinidade da água de irrigação.
10. A condutividade elétrica da água de irrigação não influenciou o teor de água das folhas e do caule das plantas aos 60 dias após a enxertia.



## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. *Advances in Agronomy*, New York, v.16, p.139-180, 1964.
- ALMEIDA, J.I.L.; CORRÊA, M.P.F. **Curso de produção de mudas de cajueiro: multiplicação vegetativa do cajueiro através da enxertia**. Fortaleza: CNPCa-EMBRAPA, 1991. 23p.
- AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; AZEVEDO, N.C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. Brasília, v.37, n.2, p.167-176. 2002.
- ANDRADE, S.M.G. **Efeito do Ca na germinação, composição mineral e crescimento de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado em solução de naco**. Fortaleza: UFC, 1989. 94p. (Dissertação de Mestrado).
- ARAÚJO, C. A. S. **Avaliação de feijoeiros quanto à tolerância à salinidade em solução nutritiva**. Viçosa: UFV, 1994. 87p. (Dissertação de Mestrado).
- ARGLES, G.K. *Anacardium occidentale* L. – Cashew. In: **The propagation of tropical trees**. Franham Royal, CAB, p.184-222, 1976 (Horticultural Review)
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- BALL, M. C.; CHOW, W. S.; ANDERSON, J. M. Salinity-induced potassium deficiency causes loss of functional photosystem II in leaves of the grey mangrove, *Avicennia marina*, through depletion of the atrazine-binding polypeptide. *Australian Journal of Plant Physiology*, Victoria, v.14, p.351-361, 1987.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação e drenagem**. 6<sup>a</sup>.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 657p.
- BERNSTEIN, L. **Salt tolerance of grasses and forage legumes**. Washington D. C.: U. S. Department of Agriculture, 1958. 7p. (USDA. Inform. Bull., 194).
- BERNSTEIN, L. Effects of salinity on mineral composition and growth of plants. *Plant analysis and Fertilizer Problems*, v.4, p.25-45, 1964

- BERNSTEIN, L. **Salt tolerance of fruit crops**. Washington: United States Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin nº 292. 1965.
- BERNSTEIN, L. Crop growth and salinity. *In*: SCHILFGAARD, J. van (ed). **Drainage for agriculture**. Madison, Amer. Soc. Agron. 1974. cap. 3, p.39-54. (Agronomy, 17).
- BERNSTEIN, L. Effect of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Review Phytopathol.**, Palo Alto, n.13, p. 295-311, 1975.
- BERNSTEIN, L.; HAYWARD, H. E. Physiology of salt tolerance. **Annual Rev. Plant Physiology**, Palo Alto, v.9, p.25-46, 1958.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**. New York: Springer-Verlag, 1978, v.1: Development, germination, and growth.
- BOHN, H. L.; McNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. A. **Soil chemistry**. 2ª ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. 341p.
- BRADY, N.; BUCKMAN, H. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S. A., 1983. 647p.
- BRESLER, E.; McNEAL, B. L.; CARTER, D. L. **Saline and sodic soil: Principles, dynamics and modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 249 p.
- BRIGGS, G. E.; KIDD, F.; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. **Annual Applied Biology** Cambridge, v.7, p.103-123, 1920.
- BROWN, J.W.; WADLEIGH, C.H.; HAYWARD, H.E. Foliar analysis of stone fruit and almond trees on saline substrates. **Proceedings American Society Horticulture Science**, v.61, p.49-55, 1953.
- CABARJAL, A.C.R., SÁ F.T. de, FRANCO, F.G.S. **Recomendações para produção, plantio e manutenção de mudas de cajueiro**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 1995, 4p. (Comunicado Técnico, 08).
- CAIRO, P. A. R. **Curso básico de relações hídricas de plantas**. Vitória da Conquista/BA: UESB, 1995. 32p.
- CAMPOS, I. S. **Efeitos de diferentes potenciais osmóticos na germinação e crescimento do arroz**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1986. 112p. (Dissertação de Mestrado).
- CARNEIRO, P.T. **Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce sob condições de salinidade**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, Campus II, 2001. 85p. (Dissertação de Mestrado).
- CARTER, D. L. Problems of salinity in agriculture. *In*: POLJAKOFF-MAYBER, A., GALE, J. (eds.). **Plants in saline environments**. Berlin: Springer-Verlag, 1975. cap. 2, p.25-35. (Ecological Studies, 15).

- CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. **Morfo-fisiologia da germinação e estabelecimento da plântula do cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.)**. Lavras: ESALQ, 1994, 84p. (Tese de Doutorado).
- CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. **Possibilidade do uso da água salina no cultivo do maracujazeiro amarelo**. Areia, 1ª edição. Editoração Gráfica Diniz. 42 p.
- CHRISTIANSEN, J. E.; OLSEN, E. C.; WILLARDSON, L. S. Irrigation water quality evaluation. **Journal of the Irrigation and Drainage**, Berlin, v.103, p.155-169, 1977.
- COELHO, M. A., Aspecto da dinâmica da água em solos sódicos e salino-sódicos. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.14, n.1-2, p.61-68, 1983.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo, Ed. Moderna. 1982. 368p.
- CORRÊA, M.P.F., CAVALCANTI JÚNIOR, A.T., ALMEIDA, J.I.L. de, et al. Propagação vegetativa do cajueiro: macropropagação. In: ARAÚJO, J.P.P. de, SILVA, V.V. da, (org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 1995, p. 95-131.
- CRAMER, G. R.; EPSTEIN, E.; LÄUCHI, A. Na-Ca interaction in barley seedlings: Relations to in transport and growth. **Plant Cell and Environment**, v. 12p, 551-558, 1989.
- DAHIYA, S. S., DAULTA, B. S., AHLAWAT, V. P. Salt tolerance of fruit crops: A review. **Haryana Journal Horticultural Science**, v.12, n.1-2, p.52-62, 1983.
- DAKER, A. **A água na agricultura**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, v.3, 1988, 543p.
- DONEEN, L. D. Water quality for irrigated agriculture. In: POLJAKOFF-MAYBER, A.; GANE, J. (Ed.) **Plants in saline environments**. Berlin; Springer-Verlag, 1975. p.56-76. (Ecological Studies, 15).
- EDWARDS, T. I. Relations of germinating soybeans to temperature and length of incubation time. **Plant Physiology**, v.9: p. 1-30, 1934.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p
- EMBRAPA. **Aspectos agroeconômicos sobre a cultura do cajueiro**. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical. Fortaleza, 1993. 124p. (EMBRAPA-CNPAT).
- EPSTEIN, E. The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells. **Plant Physiology**, Bethesda, v.36, p.437-444, 1961.
- EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives**. New York: John Wiley and Sons. 1972. 412p.
- EPSTEIN, E.; NORLYN, J. D., RUSH, D. W., KINGSBURY, R. W., KELLEY, D. B., CUNNINGHAM, G. A., WRONA, A. F. Saline culture of crops a genetic approach. **Science**, 210: p.399-404, 1980.

- EPSTEIN, E.; RAINS, D. W. Advances in salt tolerance. **Plant and Soil**, The Hague, v.99, p.17-29, 1987.
- FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Ed. Campus; Goiânia: EMBRAPA, 1984. cap.10, p.302-2.
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p (EMBRAPA-CNPAP. Documento, 18).
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; GHEYI, H. R. Avaliação de cultivares de arroz para tolerância à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.5, p.677-681, 1981.
- FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (cd). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.363-383.
- FERREIRA, O. S.; MATOS, N. N.; MENESES JÚNIOR, J.; BARROS, L. de M.; LIMA JÚNIOR, A.; SILVEIRA, J. A. G. da. Avaliação inicial da tolerância ao estresse salino em materiais de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) através de índices de crescimento. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, XVI, Fortaleza, 2000. Anais, CD-ROM. Fortaleza: SBF, 2000.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 1996, 604p.
- FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal 1**. 2ª ed. São Paulo: EPU, 1985. 362p.
- FILGUEIRA, R. F. **Efeito de diferentes níveis de salinidade do solo no comportamento de duas cultivares de coentro (*Coriandrum sativum* L.)** Mossoró: ESAM, 1993. 46p. (Monografia de Especialização).
- FNP, Consultoria & Comércio. **Agriannual 98: anuário estatístico de agricultura brasileira**. São Paulo, 1998. 481p. cap.: Caju.
- FOLLETT, R. H., MURPHY, L. S., DONAHUE, R. L. **Fertilizers and soil amendments**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1981.
- FRENKEL, L. H. Reassessment of water quality criteria for irrigation. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, J. **Soil salinity under irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, p.143-72, 1984.
- GADELHA, J.W.R.; CIRREÂ, M.P.F.; RODRIGUES, S.C. Influência da temperatura do substrato sobre a germinação e crescimento de plântulas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. Resumos. Salvador: SBF, 1994. v.1, p.239-280.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 1991. 70p. (Apostila)
- GREENWAY, H., MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Rev. Plant Physiology**, v. 31, p.149-190, 1980.

- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8ª ed. São Paulo. Nobel, 1978. 430p.
- HANSEN, E.H., MUNNS, D.N. Effects of CaSO<sub>4</sub> and NaCl on growth and nitrogen fixation of *Leucaena leucocephala*. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.107, p.95-99, 1988.
- HAYWARD, H. E., SPURR, W. B. Effects of isomotic concentrations of inorganic and organic substrates on entry of water into corn roots. **Bot. Gaz.**, n.106, p.131-9, 1944.
- HAYWARD, H. E., WADLEIGH, C.H. Plant growth on saline and alkali soils. **Advances in Agronomy**. San Diego, v.1 p.1-38, 1949.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.137-169.
- HOORN, J. W. van. Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects. *In*: Salinity seminar, Baghdad. Rome: FAO, 1971. p.117-35. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 7).
- HUNT, R. **Plant growth curves: The functional approach to plant growth analysis**. London: Edgard Arnold, 1982. 248p.
- INGVALSON, R. D.; RHOADES, J. D.; PAGE, A. L. Correlation of alfalfa yield with various index of salinity. **Soil Science**, Baltimore, v.122, n.3, p.145-153, 1976.
- KADDAH, M.T., LENMAN. WA., MEER, B.A., ROBINSON. F.E. Salinity effects on rice after the boot stage. **Agronomy Journal**, Madison, v.67, p.436-9, 1975.
- KORKOR, S.A.; HILLAL, M.H. Use of saline water for irrigating wheat crop. **Agrochemical**, v.20, n.1-2, Mar./May, 1976.
- KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVET, Y. Quality of irrigation water. *In*: KOVDA, V. A.; BERG, C. van den; HAGAN, R. M. (eds.). **International source book on irrigation, drainage and salinity**. London: HUTCHINSON/ FAO/UNESCO, Cap.7, p. 177-205, 1973.
- KRAMER, D. Cytological aspects of salt tolerance in higher plants. In: C. STAPLES & G.H. TOENNIESSEN (eds.), **Salinity tolerance in plants: Strategies for crop improvement**. New York: John Wiley & Sons, 1984. p.3-15,
- KRAMER, P. J. **Water relations of plants**. Orlando: Academic Press, 1983. 489p.
- KVET, J.; ONDOCK, J. P.; NECAS, J. et al. Methods of growth analysis. *In*: SESTAK, Z.; CASTSKY, J.; JARVIS, P. G. (eds.). **Plant photosynthetic production**. The Hague: Dr. W. Junk, 1971. p.343-84.
- LACERDA, C.F. de. **Efeitos da salinidade no desenvolvimento e composição mineral do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp) e utilização do Ca<sup>++</sup> como meio para minorar tais efeitos**. Fortaleza: UFC 1995. 87p. (Dissertação de Mestrado).
- LÄUCHI, A. Salt exclusion: An adaptation of legumes for crops and pastures under saline conditions. In: STAPLES, R. C.; TOENNIESSEN, G. H., (ed.) **Salinity tolerance in plants: Strategies for crop improvement**. New York; Wiley, 1984. p.171-187.

- LÄUCHI, A.; EPSTEIN, E. Transport of potassium and rubidium in plant roots. The significance of calcium. **Plant Physiology**, Bethesda, v.45, p.639-641, 1970.
- LÄUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **California Agriculture**, Berkeley, v.38, n.10, p.18-21, 1984.
- LÄUCHI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K.(Ed.) **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. cap. 6, p.113-137.
- LEPRUN, J. C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. Relatório do Convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro**. Recife: SUDENE, p.91-141, 1983.
- LIMA, L. A. Efeito de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p. 113-136.
- LIMA, V.P.M.S. **Fruteiras: uma opção para o reflorestamento do Nordeste**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1986. 95p.
- LIMA, V.P.M.S. **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil (BNB), 1988. 454p.
- LOGAN, J. **Interpretação de análises químicas da água**. Recife: U.S. Agency for International Development, 1965. 75p. (Trad. LEMOS, A. M. de.)
- LUDLOW, M.M.; MUCHOW, R.C. A critical evolution of traits for improving crop yields in water-limited environments. **Advences in Agronomy**, New York, v.43, p. 107-153, 1990.
- LYLES, L., FANNING, C. D. Effects of presoaking moisture tension and soil salinity on the emergence of grain sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 56, p. 518-520, 1964.
- MAAS, E. V. Crop tolerance. **California Agriculture**, Berkeley, v.38, n.10, p.20-21, 1984.
- MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research**, New York, v.1, p.12-36, 1986.
- MAAS, E. V. Crop salt tolerance. In: TANJI, K. K. **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. cap. 13, p.262-304.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**; New York, v.103, n.1R2, p.115-134, 1977.
- MAAS, E. V.; NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerant to salinity. In: JUNG, G. A. (ed.). **Crop tolerance to sub-optimal land conditions**. Madison: Amer. Soc. Agron. 1978. cap. 1. p.277-9. ( Special Publication, 32).
- MAAS, E. V., OGATA, G., BARBER, M. J. Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants. **Agronomy Journal**, Madison, n.64, p.793-795, 1972.

- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. *In*: FERRI, M. G. (Coord). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU / EDUSP, 1979. p.331-350.
- MAGALHÃES, A. C. N.; CARELI, M.L. Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições variadas de pressão osmótica. **Bragantia**, Campinas, v.31, n.5, p. 19-26, 1972.
- MAIA, D. **Esboço da ecologia agrícola do Nordeste**. Brasília. SEPLAN/MA, 1978. 372p.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo 'GAT' nos estados de RN, PB e CE**. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. (Dissertação de Mestrado).
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. **Qualidade de água de irrigação**. Mossoró, ENA/ESAM. 1994. 60p.(ESAM, Boletim técnico/científico, 22).
- MEDEIROS, J.G.; PEREIRA, W.; MIRANDA, J.E.C. Análise de crescimento em duas cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* L. Lan). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.2, p.23-29, 1990.
- MEIRELES, A. C. M. **Salinidade da água de irrigação e desenvolvimento de mudas de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.)**. Fortaleza: UFC, 1999. 60p. (Dissertação de Mestrado).
- MEIRI, A., POLJAKOFF-MAYBER, A. Effect of various salinity regimes on growth, leaf expansion and transpiration rate of bean plants. **Soil Science**, v.109, p.26-34, 1970.
- MEIRI, A.; SHALHEVET, J. Crop growth under saline conditions. *In*: YARON, B.; DANFORS, E.; VAADIA, Y. (eds.). **Arid zone irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, 1973. cap.6, p.277-290. (Ecological Studies, 5).
- MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern: International Potash Institute 1987. 687p.
- MOCHETAL. Genetics of salt tolerance in higher plants: Theoretical and practical considerations. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 89, p. 199-226, 1985.
- MOLEN, W. H. van der. Salt balance and leaching requirement. *In*: ILRI (ed). **Drainage principles and applications**. Wageningen: ILRI, 1974, v.2, p.59-100. (ILRI Publication, 16).
- MURASHIGE, T; SKOOG, F.A. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, 15, 3, p.437-97, 1962.
- NOBLE, C. L.; ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criterion for improving the salt tolerance in crops. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.146, n.1-2, p.99-107, 1992.
- PALACIOS, O. V.; ACEVES, E. N. **Instructivo para el muestreo registro de datos e interpretacion de la calidad del agua para riego agrícola**. Chapingo: Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1970. 49p. (Rama de Riego y Drenaje, 15).

- PARENTE, J.I.G. **Recomendações técnicas para o cultivo do cajueiro anão-precoce.** Fortaleza: EMBRAPA/CNPCa, 1991, p.1-4 (Comunicado Técnico).
- PASTERNAK, D. Salt tolerance and crop production - a comprehensive approach. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.25, p.271-291, 1987.
- PASTERNAK, D.; TWERSKY, M.; MALACH, Y. Salt resistance in agricultural crops. *In*: MUSSED, H.; STAPLES, R. C. (ed.). **Stress physiology in crop plants.** New York: John Wiley and Sons Inc., 1979. p.127-142.
- PATERNIANI, E. Diversidade genética em plantas cultivadas. *In*: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS. **Anais.** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. p.75-77.
- PAULA PESSOA, F.A.A.; LEITE, L. A. de S.; PIMENTEL, C. R. M. Situação atual e perspectivas da agroindústria do caju. *In*: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. **Cajucultura: Modernas técnicas de produção.** Fortaleza: EMBRAPA - CNPAT, p.23-42, 1998.
- PEREIRA J. R. **Genótipos de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. *r. latifolium* H.) submetidos a estresse hídrico na fase de germinação.** Campina Grande: UFPB, 1997. 136p. (Dissertação de Mestrado).
- PIMENTEL, C.R.M. **Aspectos da distribuição do caju no estado do Ceará.** Fortaleza: EMBRAPA/CNPCa, 1991, 12p.
- PITEIRA, M. C. C. **Identificação e controle da microflora em sementes de cajueiro anão, *Anacardium occidentale* L. para a obtenção de porta-enxerto.** Fortaleza: 1995. 130p. (Dissertação de Mestrado)
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos.** Madrid: Editora Agrícola Española, S. A. 1985. 542p.
- POSTEL, S. **Water for agriculture: Facing the limits.** Washington: Worldwatch Institute 1989. 54 p. (Worldwatch Paper 93).
- PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do "stress" salino. **Revista Brasileira de Botânica**, n.3, p.85-94, 1980.
- PRISCO, J. T.; O'LEARY, J.W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, San Jose, v.20, p.177-184, 1970.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae - their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, p.171-175, 1967.
- RAINS, D. W.; EPSTEIN, E. Preferential absorption of potassium by leaf tissue of the mangrove, *Avicennia marina*: An aspect of halophytic competence in coping with salt. **Australian Journal Biology Science**, Melbourne, v.20, p.847-857, 1967.
- RAMOS, A. D.; BLEICHER, E.; FREIRE, F. das C. de O.; CARDOSO, J. E.; PARENTE, J. I. G.; BARROS, L. de M.; CRISÓSTOMO, L. A.; FROTA, P. C. E.; CORRÊA, M. P. F.; PAULA PESSOA, P. F. A. de; MELO, Q. M. S.; OLIVEIRA, V. H. de. **A cultura do caju.** Brasília-SPI, 1996. 96p. (Coleção Plantar, 34).



- REEVE, R. C.; FIREMAN, M. Salt problems in relation to irrigation. *In*: HAGAN, R. M.; HAISE, R. H.; EDMINSTER, T. W. (ed.). **Irrigation of Agricultural Lands**. Madison. Amer. Soc. Agron., 1967. cap. 51. p. 988-1008. (Agronomy, 11).
- RHOADES, J. D. Quality of water for irrigation. **Soil Science**, Baltimore, v.113, n.4, p.277-284, 1972.
- RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).
- RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. *In*: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p.1089-1142. (Agronomy, 30).
- RICHARDS, L. A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1977, 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- RUSH, D. W.; EPSTEIN, E. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into a domestic tomato. **Journal American Society Horticulture Science**, Geneva, v.106, p.699-704, 1981.
- SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4 ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1991. 606p.
- SANTOS, F. J. de S.; MEIRELES, A. C. M. Efeito da qualidade da água sobre a germinação em viveiro de dois clones de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXVI, Campina Grande, 1997. Anais, Campina Grande: SBEA, 1997.
- SANTOS, J. W. dos; MOREIRA, J. de A. N.; BELTRÃO, N. E. de MACEDO. Avaliação do emprego dos testes de comparação de médias na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) de 1980 a 1994. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.225-230, 1998.
- SHALHEVET, J.; KAMBUROV, J. **Irrigation and salinity: a world-wide survey**. New Delhi: International Commission on Irrigation and Drainage, 1976. 106p.
- SHANNON, M. C. In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. **Horticultural Science**, Fort Collins, v.14, n.5, p.587-589, 1979.
- SHANNON, M. C., GRIEVE, C. M., FRANÇOIS, L. E. Whole-plant response to salinity. *In*: WILKINSON, R. E., (Ed.). **Plant-environment interactions**. New York: Basel; Hong Kong: Marcel-Dekker, 1994. p.199-244.
- SHARMA, M. L. Interaction of water potential and temperature effects on germination of three semi-arid plant species. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, p.390-394, 1976.
- SILVA, J.M.A., SILVA, P.M. **Diagnóstico de produção e comercialização de mudas e sementes de espécies frutíferas na região Nordeste do Brasil**. Viçosa, MG: UFV; DER; FUNARBE, 1999. 215p.

- SMEDEMA L. K.; RYCROFT, D. W. **Land drainage: Planning and design of agricultural drainage systems**. London: B. T. Batsford Ltd., 1988. 376p.
- SOARES, A. C. D. **Tolerância de porta-enxertos e enxerto de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.) à salinidade do substrato**. Fortaleza: UFC, 1998. 40p. (Dissertação de Mestrado).
- SOUZA, M. R. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. Lavras: UFLA, 1995. 94p. (Dissertação de Mestrado).
- SOUZA, W. S. **Produção e desenvolvimento do tomate industrial (*Lycopersicon esculentum* Mill) em diferentes níveis de salinidade**. Campina Grande-PB: UFPB, 1990. 64p. (Dissertação de Mestrado).
- STROGONOV, B. P. **Physiological bases of salt tolerance of plants**. Jerusalem, Israel: Program Scientific Translation, 1964. 279p.
- SUTCLIFFE, J.F. **As plantas e a água**. São Paulo: E.P.U./edusp, 1980. 126p.
- SYVERTSEN, J. P.; YELENOSKY, G. Salinity can enhance freeze tolerance of citrus rootstock seedlings by modifying growth, water relations, and mineral nutrition. **Journal American Society Horticulture Science**, Geneva, v.13, p.889-893, 1988.
- SZABOLCS, I. **Salt-affected soils**. Florida, Library of Congress, 1989, 274p.
- TAYER, J. N. **Effect of irrigation methods with saline waters on maize production and salt distribution in soil**. Bari: International Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies, 1987. 285p. (Thesis., M.Sc.)
- VIANA, S. B. A. **Estresse salino na germinação, fase de muda e produção de alface (*Lactuca sativa* L.)**. Campina Grande: UFPB, 2000. 127p. (Dissertação de Mestrado).
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, 1994. 164p.
- WASEL, Y. **Biology of halophytes**. New York: Academic Press, 1972. 395p.
- WHALE, D. M.; HEILMEIER, H.; MILBRODT, H. The application of growth analysis to structure experimental designs and a new procedure for estimating unit leaf rate and its variance. **Annual Botany**, Oxford, v.56, p.631-650, 1985.
- WILCOX, L. V.; DURUM, W. H. Quality of irrigation. *In*: HAGAN, R. M.; HAISE, R. H.; EDMINISTER, T. W. (eds.). **Irrigation of agricultural lands**. Madison: Amer. Soc. Agron., 1967. cap.9, p.104-122. (Agronomy, 11).
- YEO, A. R.; FLOWERS, T. J. Varietal differences in the toxicity of sodium ions in rice leaves. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.59, n.2, p.189-195, 1983.

## 7. APÊNDICES

### APÊNDICE 1. Procedimento utilizado no preparo das águas de irrigação.

#### 1.1. Memória de cálculo

##### 1.1.1. Determinação dos requerimentos de Na; Ca e Mg

Princípio:  $\text{mmol}_e \text{ L}^{-1} = \text{CEa} * 10$  ( $0,1 < \text{CEa} < 5 \text{ dS m}^{-1}$ )

Exemplo ( $S_3$ )  $\rightarrow \text{mmol}_e \text{ L}^{-1} = 2,5 \text{ dS m}^{-1} * 10 = 25 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$

$2,5 \text{ dS m}^{-1} = 25 \text{ mmol}_e \text{ L}^{-1}$	Sódio	Cálcio	Magnésio
Proporção	7	2	1
Requerido, $\text{mmol}_e \text{ L}^{-1}$	$25 * 0,7 = 17,5$	$25 * 0,2 = 5,0$	$25 * 0,1 = 2,5$
Quantidade presente na água de Poço, $\text{mmol}_e \text{ L}^{-1}$	3,45	0,68	1,15

##### 1.1.2. Determinação da quantidade de cada componente da solução de irrigação

Solução IN $\rightarrow$	NaCl	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Quantidade de solução IN requerida por litro de água de irrigação, em mL	$17,5 - 3,45 = 14,05(a)$	$5,0 - 0,68 = 4,32(b)$	$2,5 - 1,15 = 1,35(c)$
Quantidade de água por litro de água de irrigação a preparar, em mL	$= 1000 \text{ mL} - (a+b+c) = 980,28 \text{ mL}$		

**APÊNDICE 2.** Dados médios da condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), fator de concentração (FC), fração de lixiviação (FL) e consumo de água (CA) em dez datas durante o ano de 2001, correspondendo o período de realização do Experimento.

**Porta-enxerto CCP06**

**Condutividade elétrica da água de drenagem (CEad – dS m<sup>-1</sup>)**

CEa*	21/Fev	03/Mar	13/Mar	23/Mar	02/Abr	12/Abr	22/Abr	02/Mai	12/Mai	22/Mai
S <sub>1</sub>	0,97	0,92	0,87	0,84	0,92	0,97	1,24	1,43	1,40	1,15
S <sub>2</sub>	2,81	2,49	2,63	2,43	2,81	3,09	2,96	3,17	3,08	2,66
S <sub>3</sub>	4,18	4,04	4,22	4,02	4,72	4,50	3,92	4,09	4,79	4,36
S <sub>4</sub>	5,31	5,06	5,59	5,11	5,51	5,44	4,67	4,77	**	**
S <sub>5</sub>	6,83	6,58	7,10	6,28	6,75	6,65	5,73	5,67	**	**
S <sub>6</sub>	7,77	7,59	8,08	7,21	7,38	7,46	6,75	6,97	**	**

**Fator de concentração: FC = CEad/CEa**

S <sub>1</sub>	1,94	1,84	1,75	1,67	1,85	1,94	2,49	2,87	2,79	2,31
S <sub>2</sub>	1,87	1,66	1,76	1,62	1,88	2,06	1,98	2,11	2,05	1,77
S <sub>3</sub>	1,67	1,62	1,69	1,61	1,89	1,80	1,57	1,64	1,92	1,74
S <sub>4</sub>	1,52	1,45	1,60	1,46	1,58	1,55	1,33	1,36	**	**
S <sub>5</sub>	1,52	1,46	1,58	1,40	1,50	1,48	1,27	1,26	**	**
S <sub>6</sub>	1,41	1,38	1,47	1,31	1,34	1,36	1,23	1,27	**	**

**Fração de lixiviação: FL = Vol. Drenado/Vol. Aplicado**

S <sub>1</sub>	0,56	0,56	0,48	0,59	0,55	0,55	0,46	0,54	0,53	0,58
S <sub>2</sub>	0,58	0,47	0,41	0,60	0,59	0,65	0,52	0,57	0,63	0,48
S <sub>3</sub>	0,44	0,48	0,45	0,59	0,60	0,71	0,57	0,50	0,59	0,56
S <sub>4</sub>	0,58	0,56	0,50	0,62	0,61	0,60	0,56	0,52	**	**
S <sub>5</sub>	0,50	0,58	0,55	0,57	0,64	0,59	0,62	0,61	**	**
S <sub>6</sub>	0,65	0,65	0,55	0,61	0,72	0,57	0,48	0,56	**	**

**Consumo de água: CA = Vol. Aplicado – Vol. Drenado (mL dia<sup>-1</sup>)**

S <sub>1</sub>	47,61	29,02	51,07	34,62	22,62	30,85	36,30	28,20	37,18	37,15
S <sub>2</sub>	45,65	39,90	58,21	33,76	20,93	24,13	31,78	24,53	29,90	45,65
S <sub>3</sub>	60,40	32,48	54,33	34,27	20,05	20,25	28,14	23,43	33,07	38,11
S <sub>4</sub>	45,20	30,19	49,49	32,10	20,04	27,94	29,06	25,28	**	**
S <sub>5</sub>	54,07	34,11	44,63	35,64	18,55	29,79	25,30	23,29	**	**
S <sub>6</sub>	37,74	26,11	43,88	32,79	14,26	29,29	33,79	24,79	**	**

\* Condutividade elétrica da água de irrigação (dS m<sup>-1</sup>)

\*\* Sem dados médios em função da morte das plantas

**Porta-enxerto CCP1001****Condutividade elétrica da água de drenagem (CEad – dS m<sup>-1</sup>)**

CEa*	21/Fev	03/Mar	13/Mar	23/Mar	02/Abr	12/Abr	22/Abr	02/Mai	12/Mai	22/Mai
S <sub>1</sub>	1,33	0,95	0,95	0,84	1,06	1,10	1,22	1,35	1,15	0,99
S <sub>2</sub>	2,96	2,50	2,56	2,41	3,46	3,36	3,06	3,32	3,09	2,95
S <sub>3</sub>	4,30	3,87	4,25	3,90	4,56	4,27	3,93	3,86	4,76	3,92
S <sub>4</sub>	5,50	5,19	5,70	5,24	5,57	5,52	4,68	5,05	**	**
S <sub>5</sub>	6,64	6,53	6,95	6,29	7,47	6,78	5,67	6,13	**	**
S <sub>6</sub>	7,93	7,90	8,57	7,61	7,58	7,30	7,08	7,21	**	**

**Fator de concentração: FC = CEad/CEa**

S <sub>1</sub>	2,66	1,91	1,90	1,68	1,97	2,19	2,45	2,70	2,30	1,98
S <sub>2</sub>	1,98	1,67	1,71	1,60	2,10	2,24	2,04	2,21	2,06	1,97
S <sub>3</sub>	1,72	1,55	1,70	1,56	1,75	1,71	1,57	1,54	1,91	1,57
S <sub>4</sub>	1,57	1,48	1,63	1,50	1,54	1,58	1,34	1,44	**	**
S <sub>5</sub>	1,47	1,45	1,54	1,40	1,54	1,51	1,26	1,36	**	**
S <sub>6</sub>	1,44	1,44	1,56	1,38	1,35	1,33	1,29	1,31	**	**

**Fração de lixiviação: FL = Vol. Drenado/Vol. aplicado**

S <sub>1</sub>	0,46	0,57	0,47	0,53	0,53	0,57	0,46	0,54	0,50	0,51
S <sub>2</sub>	0,44	0,54	0,42	0,53	0,56	0,57	0,46	0,59	0,60	0,43
S <sub>3</sub>	0,43	0,52	0,42	0,56	0,59	0,60	0,57	0,52	0,61	0,44
S <sub>4</sub>	0,51	0,48	0,53	0,54	0,61	0,58	0,49	0,51	**	**
S <sub>5</sub>	0,43	0,48	0,43	0,61	0,73	0,60	0,60	0,52	**	**
S <sub>6</sub>	0,40	0,56	0,49	0,60	0,71	0,68	0,51	0,58	**	**

**Consumo de água: CA = Vol. Aplicado – Vol. Drenado (mL dia<sup>-1</sup>)**

S <sub>1</sub>	58,05	26,50	51,88	39,53	23,80	30,42	35,88	28,30	39,26	43,05
S <sub>2</sub>	59,80	29,80	56,69	39,01	21,94	29,59	35,17	26,75	32,65	49,46
S <sub>3</sub>	61,13	27,21	56,91	36,49	20,76	26,69	28,79	25,06	31,72	48,67
S <sub>4</sub>	53,05	33,49	45,86	38,23	19,75	28,72	33,35	26,56	**	**
S <sub>5</sub>	61,89	39,28	55,18	32,47	13,62	27,07	26,33	22,76	**	**
S <sub>6</sub>	64,80	32,17	49,31	33,48	14,51	22,08	32,00	22,44	**	**

\* Condutividade elétrica da água de irrigação (dS m<sup>-1</sup>)

\*\* Sem dados médios em função da morte das plantas