

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

MESTRADO

**FORMAÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE GRAVIOLEIRA
EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE**

DISSERTAÇÃO

REGINALDO GOMES NOBRE

**Campina Grande – Paraíba
Janeiro – 2002**

REGINALDO GOMES NOBRE
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

**FORMAÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE GRAVIOLEIRA EM
CONDIÇÕES DE SALINIDADE**

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

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

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

JANEIRO - 2002

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG

FICHA CATALOGRÁFICA

N 754f
2002

Nobre, Reginaldo Gomes

Formação de mudas enxertadas de gravioleira em condições de salinidade / Reginaldo Gomes Nobre – Campina Grande: UFPB, 2002.

84p.: il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) UFPB/
CCT / DEAG

1. *Annona muricata* L. – Condutividade elétrica.
2. *Annona muricata* L. – Esteresse salino.

CDU: 634.41



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

COPEAG - PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

REGINALDO GOMES NOBRE

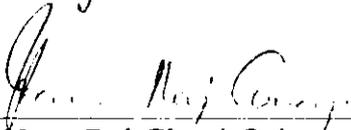
Título: "Formação de Mudas Enxertadas de Gravioleira em Condições de Salinidade".

BANCA EXAMINADORA

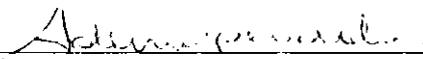
PARECER


Dr. Pedro Dantas Fernandes-Orientador

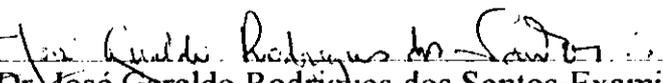
Aprovado com distinção


Dr. Hans Raj Gheyi-Orientador

Aprovado com distinção


Dr. Ademar Pereira de Oliveira-Examinador

APROVADO COM DISTINÇÃO


Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos-Examinador

APROVADO COM DISTINÇÃO

JANEIRO- 2002

*Em memória de meu pai José
Aderson Gomes, exemplo de
paz, amor, fidelidade e vida
interior.*

MINHA HOMENAGEM

*Aos meus queridos pais José Aderson e
Luzia, pela força, carinho, amizade e
esforços despendidos para minha
formação moral e intelectual:*

*A meu irmão Giovani, avó, tios e
primos.*

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela razão de minha existência, fé, espírito de luta e perseverança concedidas em todos os momentos;

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 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela oportunidade e apoio concedidos para a realização deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

Aos orientadores Dr. Pedro Dantas Fernandes e Dr. Hans Raj Gheyi, pelos ensinamentos ministrados, apoio e orientação deste trabalho, e pela compreensão, consideração, respeito e amizade

Ao pesquisador Francisco José de Seixas Santos (Embrapa Agroindústria Tropical), pela orientação, incentivo e dedicação na realização deste trabalho;

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

Aos colegas José Maria, Juraci, Edgley, Marcos, Jonas, Miguel, Celso, Ermano, Sergio, Paulo Torres, Paulo César, Aristóteles, Florício, Severino, Nildo, Cláudio, Júnior e Servulo pelo proveitoso convívio, e em particular, a Marcelo Tavares, Cardoso Neto, Idelfonso Leandro e Frederico pelas valiosas ajudas e incentivos constantes;

À minha noiva Solange Norma, pelo apoio, compreensão, estímulo e carinho;

Aos meus pais, José Aderson Gomes e Luzia Nobre Fernandes Gomes e irmão José Giovanni Nobre Gomes, e familiares pelos esforços despendidos na minha formação moral e educacional;

Aos funcionários do Campo Experimental de Pacajus (EMBRAPA) pela valiosa colaboração;

Aos funcionários do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFPB, em especial a Rivanilda pela dedicação e amizade;

Enfim, gostaria de agradecer a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o sucesso deste trabalho.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1. A Gravioleira	3
2.2. Propagação vegetativa	5
2.3. Qualidade da água de irrigação	6
2.4. Efeito dos sais sobre as plantas	10
2.4.1. Efeito osmótico	11
2.4.2. Efeito tóxico	12
2.4.3. Efeito nutricional	13
2.5. Tolerância das plantas à salinidade	15
2.5.1. Generalidades	15
2.5.2. Mecanismo de tolerância das plantas à salinidade	16
2.5.2.1. Mecanismos morfológicos	17
2.5.2.2. Mecanismos fisiológicos	18
2.5.3. Determinação dos valores de tolerância	20
2.6. Salinidade em gravioleira	20
3. <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	22
3.1. Etapas de estudo e materiais genéticos	22
3.2. Localização do experimento	22
3.3. Substrato	23
3.4. Preparo das águas de irrigação	24
3.5. Tratamentos e delineamento estatístico	25
3.6. Instalação e condução do experimento	26
3.7. Variáveis analisadas por etapas	27

3.7.1. Etapa I – Germinação	27
3.7.2. Etapa II – Formação do porta-enxerto	28
3.7.3. Etapa III – Formação do enxerto	32
3.8. Condutividade elétrica e volume de água de drenagem (CEad)	32
3.9. Análises estatísticas	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. ETAPA I – Germinação	34
4.1.1. Percentagem de germinação	34
4.1.2. Dias para emergência	35
4.1.3. Índice de velocidade de emergência	37
4.2. ETAPA II – Formação do porta-enxerto	38
4.2.1. Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule	38
4.2.2. Fitomassa	42
4.2.3. Teor de água em folhas e caules	45
4.2.4. Área foliar	47
4.2.5. Relação raiz / parte aérea	48
4.2.6. Razão de área foliar	48
4.2.7. Taxa de crescimento absoluto	51
4.2.8. Taxa de crescimento relativo	51
4.2.9. Taxa de assimilação líquida	52
4.2.10. Plantas aptas à enxertia	53
4.3. ETAPA III – Formação do enxerto	54
4.3.1. Número de enxertos vivos	54
4.3.2. Variáveis de crescimento e índices fisiológicos	56
4.3.3. Condutividade elétrica da água de drenagem (CEad)	65
5. CONCLUSÕES	69
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
7. ANEXOS	83

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Percentagem de germinação (PG) aos 25, 30, 35, 40 e 45 dias após a semeadura (DAS) da gravioleira em função da salinidade da água de irrigação	37
2 Número de dias para emergência (DPE) e índice de velocidade de emergência (IVE) da gravioleira em função da salinidade da água de irrigação aos 55 dias após a semeadura (DAS).....	38
3 Número de folha (NF), altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) da gravioleira aos 40, 65 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE), em função da salinidade da água de irrigação	41
4 Fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST) da gravioleira, aos 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula do respectivo tratamento (DAE), em função da salinidade da água de irrigação	45
5 Teor de água do caule (TAC) aos 80 dias após a emergência da primeira plântula do respectivo tratamento (DAE), em função da salinidade da água de irrigação	47
6 Área foliar (AF), razão de área foliar (RAF) e relação raiz / parte aérea (R/PA) da gravioleira aos 40 e 80 (DAE), em função da salinidade da água de irrigação.....	50
7 Taxa de crescimento absoluto (TCA), relativo (TCR) e de assimilação líquida (TAL) da gravioleira aos 40 e 80 (DAE), em função da salinidade da água de irrigação	53
8 Percentagem de plantas aptas a enxertia (PAE) aos 125 dias após a emergência da primeira plântula (DAE), em função da salinidade da água de irrigação	54
9 Número de enxertos vivos (EV) da gravioleira aos 25 e 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação	56
10 Número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação	59
11 Fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST) da gravioleira, aos 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação	62

12	Teor de água da folha (TAF) e do caule (TAC) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação	63
13	Relação raiz / parte aérea (R/PA) e razão de área foliar (RAF) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação	65
14	Comportamento da condutividade elétrica média da água de drenagem (CEad) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) para o período de realização do experimento	66
15	Dados médios de fração de lixiviação (FL), fator de concentração (FC), consumo de água e condutividade elétrica da água de drenagem (CEad) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	68

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade	9
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 (CNPAT-EMBRAPA) do campo experimental de Pacajus (CEP) – CE, compreendendo o período experimental (janeiro a julho – 2001)	23
5 Características químicas do substrato utilizado no experimento	24
6 Análise química da água de poço do sistema de irrigação – CEP (Pacajus – CE) ...	25
7 Quantidades de sais e de água de poço utilizadas no preparo das águas de irrigação	25
8 Resumo de ANAVA e médias para percentagem de germinação (PG) da gravioleira, aos 25, 30, 35, 40, 45, 50 e 55 dias após a semeadura (DAS), bem como, do número de dias para emergência (DPE) e do índice de velocidade de emergência (IVE) aos 55 DAS sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).....	36
9 Resumo de ANAVA e médias para número de folha (NF), altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) da gravioleira aos 40, 65 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)	40
10 Resumo de ANAVA e médias para fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST) da gravioleira, aos 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE)	44
11 Resumo de ANAVA e médias para teor de água da folha (TAF) e de caule (TAC) aos 80 DAE da gravioleira, em função da salinidade da água de irrigação	46
12 Resumo de ANAVA e médias para área foliar (AF), relação raiz / parte aérea (R/PA) e razão de área foliar (RAF) da gravioleira aos 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE)	49
13 Resumo de ANAVA e médias para taxa de crescimento absoluto (TCA), relativo (TCR) e de assimilação líquida (TAL) no período entre 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE), bem como, do número de plantas aptas a enxertia (PAE) aos 125 DAE, sob diferentes valores de CEa	52

14	Resumo de ANAVA e médias para número de enxertos vivos (NEV) de gravioleira, aos 25 e 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação	55
15	Resumo de ANAVA e médias para número de folha (NF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX)	59
16	Resumo de ANAVA e médias para fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX)	61
17	Resumo de ANAVA e médias para teor de água da folha (TAF) e de caule (TAC) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX), em função da salinidade da água de irrigação	63
18	Resumo de ANAVA e médias para relação raiz / parte aérea (R/PA) e razão de área foliar (RAF) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX), em função da salinidade da água de irrigação	64
19	Resumo da análise de variância e equações de regressão para a condutividade elétrica da água de drenagem (CEad, dS m^{-1} a 25°C) em dez datas, correspondendo ao período de produção de mudas enxertadas de gravioleira	66
20	Dados médios de fração de lixiviação (FL), fator de concentração (FC), consumo de água e condutividade elétrica da água de drenagem (CEad) para o período de realização do experimento. Cada valor, representa a média de dez avaliações e quatro repetições.....	67

LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
1 Composição mineralógica do adubo foliar	83
2 Resumo das médias para fração de lixiviação (FL), consumo de água e fator de concentração (FC) em dez datas, correspondendo ao período de produção de mudas enxertadas de gravioleira, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)	84

FORMAÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE GRAVIOLEIRA EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE

RESUMO

O experimento foi conduzido em condição de casa de vegetação no viveiro da EMBRAPA – Agroindústria Tropical, localizado no município de Pacajus – CE, durante o período de janeiro a julho de 2001. Foi estudado o efeito de diferentes concentrações de sais na água de irrigação – CEa (0,5, 1,5, 2,5, 3,5, 4,5 e 5,5 dS m⁻¹) sobre a produção de mudas de gravioleira (*Annona muricata* L.) em tubetes, desde a germinação até o estágio de transplante. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As águas de irrigação foram preparadas a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, mantendo a proporção equivalente 7:2:1 entre Na:Ca:Mg, respectivamente. Foram avaliadas as variáveis de germinação (número de dias e percentagem de plantas emergidas e índice de velocidade de emergência), de formação do porta-enxerto (número de folhas, altura de plantas e diâmetro do caule, fitomassa verde e seca da parte aérea, de raiz e total, área foliar, relação raiz/parte aérea, razão de área foliar, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida, teor de água nas folhas e no caule e o número de plantas aptas à enxertia). Também foram realizadas avaliações, aos 25 e 50 dias após a enxertia, de algumas das variáveis citadas anteriormente relativas a crescimento e desenvolvimento do enxerto. Na germinação da gravioleira, a CEa estudada não prejudica o percentual de germinação, mas reduz a velocidade de emergência e prolonga o período de germinação. Na fase de formação do porta-enxerto e do enxerto, o incremento da salinidade, além de 0,5 dS m⁻¹, prejudica o crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo o crescimento da parte aérea mais afetado do que o sistema radicular. O teor de água na folha aos 80 DAE, não é afetado pelo aumento da CEa, já o teor de água no caule cresce linearmente com o aumento da salinidade. A taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) da gravioleira aos 40 e 80 DAE, decresce com o aumento da salinidade, sendo mais drástico o efeito a partir de 2,5 dS m⁻¹ para a TCA e de 3,5 dS m⁻¹ para a TCR. A taxa de assimilação líquida (TAL) para o mesmo período decresce com o incremento da CEa. O número de porta-enxertos aptos a serem enxertados é afetado significativamente pelo aumento da concentração salina, decrescendo no nível mais salino 81,64%; o número de enxertos vivos diminui significativamente com o aumento da CEa acima de 1,22 dS m⁻¹ e do tempo de exposição das plantas, ocorrendo morte de todas as plantas submetidas à

salinidade a partir de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. Aos 50 dias após a enxertia, o incremento da CEA proporciona aumento do conteúdo de água da folha. O teor de água do caule não varia. O consumo médio de água durante a formação da muda decresce com o aumento da salinidade da água de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona muricata* L., condutividade elétrica, estresse salino.

FORMATION OF GRAFTED SEEDLINGS OF SOURSOP IN CONDITION OF SALINITY

ABSTRACT

The experiment was conducted under greenhouse conditions at EMBRAPA –Agroindustria Tropical, located in the municipality of Pacajus – CE, during the period of January to July, 2001. The effects of different concentrations of salt in the irrigation water – EC_w (0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5 and 5.5 dS m⁻¹) on the production of grafted seedlings of soursop (*Annona muricata* L.) in tubete, from germination to transplanting stage. A completely randomized block design, was utilized with four replications. The irrigation waters were prepared with NaCl, CaCl₂·2H₂O and MgCl₂·6H₂O salts, maintaining the equivalent proportion of 7:2:1 among Na:Ca:Mg, respectively. The variables appraised were: germination (number of days, percentage of plants emerged and emergency speed), growth of rootstock (leaf number, plant height, stem diameter, green and dry weights of the aerial parts, roots and total, leaf area, root aerial parts ratio, leaf area ratio, absolute growth rate ratio, relative growth rate, net assimilation rate, water content of the leaf and the stem, number of graftable plants). Evaluation were also performed 25 and 50 days after grafting and some variables cited previously relative to growth and development of the graft plant were studied. In the germination of the soursop, the levels of EC_w did not affect the percentage of germination, the emergency speed was reduced and the period of germination was prolonged. In the phase of formation of rootstock and graft, the increase in the salinity above 0.5 dS m⁻¹, affected the growth and development of the plants, with growth of the aerial parts more affected than that of the root system. The water content of the leaf 80 days after emergence (DAE) was not affected with increase in the EC_w, while the water content of the stem linearly increased with water salinity. The absolute growth rate (AGR) and relative growth net (RGR) of soursop 40 and 80 DAE decreased with increase in the water salinity and more drastic effects occurred above EC_w 2.5 dS m⁻¹ for the AGR and 3.5 dS m⁻¹ for the RGR. The net assimilation rate (NAR) during the same time decreased with increase in the EC_w. The number of graftable rootstocks were affected significantly with increasing salt concentration in the water and at highest concentration the decrease was 81.64 %, and the number of living grafts decreased significantly increased above EC_w 1.22 dS m⁻¹ of and time of salinity exposition of the plants, occurring death of all plants

submitted to the water salinity above 3.5 dS m^{-1} . The increase in the EC_w increased the water content of leaf 50 days after the grafting were as, the water content of stem did not vary. The mean consumption of water during the formation of seedlings decreased with the increase in the salinity of irrigation water.

KEY-WORDS: *Annona muricata* L. , electrical conductivity, salinity stress.

1. INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma fruta tropical originária da América Central e dos Vales Peruanos. Atualmente, destaca-se como fruteira de grande importância na região semi-árida do Nordeste brasileiro, onde encontra condições ideais de clima e solo para o seu desenvolvimento (Araújo Filho et al., 1998).

O maior produtor de graviola da América do Sul é a Venezuela, com uma área cultivada superior a mil hectares (Pinto & Silva, 1995). O Brasil ainda importa esta fruta de outros países como África do Sul e Venezuela para atender seu consumo (Araújo Filho et al., 1998). O interesse por essa anonácea vem aumentando em nosso país, pela grande aceitação do mercado e, sobretudo, pela crescente demanda das indústrias de fabricação de polpas, sucos, sorvetes e geléias, justificando com isso a sua inclusão no rol das frutas tropicais de maior aceitação comercial (Junqueira et al., 1996).

Para Araújo Filho et al. (1998) apesar da importância atribuída à graviola, a ausência de plantios tecnificados tem resultado em baixos rendimentos de frutos (2000 kg ha⁻¹). A irrigação é uma das mais importantes tecnologias para aumentar a produtividade, por proporcionar adequado teor de umidade ao solo durante todo o ciclo da cultura, garantindo melhor metabolismo da planta e, conseqüentemente, maior produtividade e melhor qualidade de frutos.

A qualidade da água é um dos fatores que tem reduzido ou impossibilitado a expansão da fruticultura no Nordeste, pois áreas que apresentam elevado potencial de cultivo são abastecidas por fontes de água de qualidade insatisfatória para irrigação. Associado a isso, esta região apresenta alta taxa de evapotranspiração e pluviosidade

insuficiente para uma lavagem adequada dos sais, favorecendo o problema de salinização dos solos.

Segundo Rhoades et al. (1992) a disponibilidade de água para a irrigação pode ser aumentada através de criterioso e apropriado uso de águas salinas e reciclagem de águas de drenagem. Águas classificadas como inadequadas para a irrigação podem, de fato, ser usadas com sucesso no cultivo de plantas, sem maiores conseqüências em longo prazo para culturas e solos, desde que sejam utilizadas práticas de manejo culturais mais adequadas.

Os sais adicionados aos solos, através da irrigação, concentram-se na solução do solo, aumentando a sua pressão osmótica, diminuindo assim a absorção de água pelas plantas e, conseqüentemente, o rendimento das culturas; nesse caso, torna-se necessário melhorar o sistema de drenagem do solo e aplicar uma quantidade de água superior à requerida pela cultura para promover a lixiviação dos sais (Rhoades, 1972; Ayers & Westcot, 1991).

O conhecimento do teor médio de sais na zona radicular tolerável pelas plantas, sem afetar significativamente seus rendimentos, pode favorecer a utilização de águas com certo grau de salinidade, tão comuns no Nordeste brasileiro. Por isso, é de grande importância o estudo do comportamento das culturas de relevância para a região, quando submetidas aos efeitos do excesso de sais. Em tais estudos, busca-se a obtenção de parâmetros de tolerância das culturas à salinidade, propiciando o estabelecimento do grau de restrição das águas para irrigação (Ayers & Westcot, 1991; Lima, 1997).

Poucos autores estudaram efeitos do estresse salino em gravioleira (Oliveira, 1991; Silva, 1997 e Santos, 1998), não se observando trabalhos compreendendo as fases de germinação até a muda enxertada estar no ponto do transplantio. Em virtude da escassez de informações na literatura consultada, sobre a tolerância da gravioleira à salinidade, o presente trabalho foi conduzido, com o objetivo de se estudar o efeito de diferentes concentrações de sais na água de irrigação, sobre a produção de mudas de gravioleira tipo Crioula, em tubetes, abrangendo fases antes e após a enxertia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Gravioleira

A gravioleira é citada como sendo originária das terras baixas da América Tropical, mais precisamente da América Central e dos vales peruanos. Os exploradores espanhóis encontraram-na prosperando abundantemente na região do Caribe e de lá a distribuíram para outras áreas tropicais do mundo. A sua exploração se dá tanto na forma silvestre como na cultivada, em altitudes que variam do nível do mar a 1120 m de altitude, distribuídas do Caribe ao Sudeste do México e Brasil. Foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XIV (Pinto & Silva, 1995).

Pertence à família *Anonaceae*, da qual fazem parte 75 gêneros e mais de 600 espécies. Os gêneros *Annona* e *Rollinia* têm maior importância comercial pela qualidade de seus frutos (Cañizares Zayas, 1966). Conforme Pinto & Silva (1995), ainda não existe uma variedade de gravioleira que seja portadora de características botânicas e genéticas nitidamente definidas. Entretanto, são conhecidos tipos que se diferenciam pelo formato e sabor do fruto e pela consistência da polpa.

No Nordeste brasileiro, predomina o tipo denominado de Crioula, com frutos cordiformes, pesando entre 1,5 e 3 kg, com polpa mole, doce a sub-ácida. Outros tipos vêm sendo explorados em escala comercial, destacando-se a Morada, Lisa e a Blanca, tipos introduzidos da Colômbia, mais produtivos e com frutos maiores e mais arredondados. A Morada apresenta frutos com coloração amarelada, pesando de 3 a 10 kg, sendo mais tolerante ao ataque das brocas do fruto (*Cerconata anonela* L.) e do tronco (*Cratosomus* ssp.). Ultimamente, os tipos FAO I e FAO II, vêm sendo introduzidos com bastante aceitação (Araújo Filho et al., 1998).

Esta anonácea possui rica sinonímia nos diferentes países onde é cultivada ou comercializada, muitas vezes causando confusão com outras espécies. Nos países de língua portuguesa, por exemplo, é conhecida como graviola, coração-de-rainha, jaca-de-pobre, jaca-do-Pará, araticum manso; Anona amarilla, cabeza de negro, zapote de viejas (México); soursop (Inglês); cachiman-epineux, carrossol, carossolier (França); Sauerapfel, flaschenbaum, soure sobbe (Alemanha); Durian belanda, na Malásia; katu-anodo ou seetha, no Ceilão e Zuurzak na Holanda (Corrêa, 1926; Guzman, 1985; Villachica, 1996; Calzavara & Muller, 1987; Pinto & Silva, 1995).

Segundo Calzavara & Muller (1987), a gravioleira é planta de porte ereto e esguio, pouco encopada, com ramificações baixas quase verticais, de folhagem perene, atingindo de 4 a 8 m de altura e com tronco de 15 a 30 cm de diâmetro. O que mais distingue a gravioleira de outra Anonaceae são as flores, que no estágio de “capulho” têm forma de pirâmide. São perfeitas ou hermafroditas, de cor verde-escuro quando em crescimento e verde-claro quando próximo da antese. Em geral, as flores estão distribuídas em pedúnculos curtos axilares ou diretamente no tronco, podendo estar solitárias ou agrupadas como na gravioleira Morada. Seu fruto é uma baga composta ou sincarpo de cor verde-escuro quando imaturo e verde-claro no ponto de colheita; o peso varia de 0,4 a 10 kg e possuem espículas parecidas com espinhos carnosos, moles e recurvadas. A polpa é branca, muito sucosa e subácida. É um fruto climatérico.

Sendo espécie tropical, desenvolve-se bem em regiões cuja temperatura média anual esteja compreendida entre 22 a 30 °C, suportando bem regime com precipitação variando de 600 a 1500 mm, com período de estiagem durante o florescimento, para a formação do fruto. A ocorrência de chuvas neste período provoca abortamento dos frutos (Araújo Filho et al., 1998).

A gravioleira, apesar de bem adaptada às condições climáticas do Nordeste do Brasil, sente os efeitos da falta de água durante a estação seca, principalmente no primeiro ano, quando suas raízes não estão ainda bem desenvolvidas. Nesse período, é bastante aconselhável uma suplementação d'água no decorrer da época seca. Tal fato foi comprovado no cultivo de 30 ha de gravioleira no município de Pacajus, localizado na faixa litorânea do Ceará, onde foi utilizado, durante a estiagem, um sistema de irrigação artesanal, baseada na tecnologia adaptada do “pote de barro”, com aumento bastante significativo na produtividade (EMBRAPA, 1982, citada por Calzavara & Muller, 1987).

2.2. Propagação vegetativa

A propagação desta cultura pode ser via sementes (sexuada) ou vegetativa (assexuada). Este último é o mais indicado, visto que assegura as características da planta-matriz e a precocidade na frutificação, reduz o porte da planta, facilitando a colheita e os tratos culturais. Dentre os métodos assexuados, a enxertia via garfo (garfagem) é o mais eficiente, por apresentar melhor pegamento e desenvolvimento mais rápido do enxerto (Ledo, 1992; Pinto & Silva, 1994; Araújo Filho et al., 1998).

Calzavara & Muller (1987) relatam que a enxertia deve ser recomendada quando se pretende conservar as características de alta produtividade e qualidade dos frutos, principalmente quando o solo é inadequado para a planta de pé-franco ou quando se tem disponibilidade de outras espécies para porta-enxerto. Segundo Araújo Filho et al. (1998), os porta-enxertos mais indicados para a gravioleira são: o biribá (*Rolinia mucosa*) ou a própria gravioleira (*Annona muricata*). O araticum-do-brejo (*Annona glabra*) tem sido recomendado como porta-enxerto por apresentar características genéticas do tipo anão, além de ser totalmente adaptado a solos encharcados.

Figuerola (1978) obteve excelentes resultados ao realizar estudos de propagação das anonáceas por estacas, utilizando fitormônios de crescimento. Os melhores resultados foram com o ácido-indobutírico na concentração de 2000 ppm, em nebulização a cada cinco minutos.

A semente de graviola apresenta germinação epígea. Em substratos não salinos, com adequadas condições de temperatura e umidade, ocorre entre 15 a 20 dias após a semeadura (Lopes et al., 1994). Bosco et al. (1995) afirmam ser tardio e lento o processo de germinação de sementes desta cultura, possivelmente em função de fatores intrínsecos como, embrião dormente, substâncias inibidoras, e outras. Segundo Pinto & Silva (1995), a velocidade e o índice de germinação variam com a temperatura ambiente e a idade das sementes. As semeadas no verão (temperatura média de 24 °C), logo após serem retiradas do fruto, iniciam a germinação entre 20 e 35 dias após a semeadura (DAS) e, aos 60 DAS, aproximadamente 90 % já terão germinado. A demora na germinação aumenta com a queda de temperatura e com o envelhecimento das sementes.

2.3. Qualidade da água de irrigação

A água por ser um bem escasso de suma importância aos seres vivos e indispensável à agricultura irrigada, requer grande cuidado quanto ao seu uso, exigindo um manejo adequado. Conforme Ayers & Westcot (1991), a importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida a partir do início do século XX. A falta de atenção a este aspecto foi devido à disponibilidade de águas de boa qualidade e de fácil utilização, mas esta situação está mudando em vários lugares, em função do aumento de utilização de águas de boa qualidade para consumo humano, restando, como alternativa, o uso de águas de qualidade inferior na agricultura.

A possibilidade de uso de águas salinas na irrigação pode e deve ser considerada como uma alternativa viável e importante. Rhoades et al. (1992) comentam existir muitas evidências a ilustrar a grande disponibilidade de águas salinas e uma gama de experiências em todo o mundo de seu uso em irrigação, sob diferentes condições. Estas evidências e experiências demonstram que águas muito mais salinas que aquelas costumeiramente classificadas como “inadequadas para irrigação”, podem, de fato, ser usadas eficientemente para a produção de culturas selecionadas sob certas condições.

Segundo Kovda et al. (1973), toda água utilizada na irrigação contém sais, em quantidades e qualidades diferentes. Até a água proveniente das chuvas possui sais, apesar de ser em quantidade insignificante. Para Kamphorst & Bolt (1976), quando se aplica água em uma cultura, mesmo de boa qualidade, são incorporadas quantidades apreciáveis de sais ao solo; portanto, deve ser uma preocupação constante a prevenção da salinização em áreas irrigadas. Pizarro (1985) relata que o manejo inadequado da água de irrigação, mesmo de excelente qualidade, poderá causar a salinização do solo.

Portanto, ao se adicionar água ao solo por meio de irrigação, uma certa quantidade de sais está sendo incorporada na solução do solo e, através da retirada desta água da solução pelo sistema radicular das plantas ou através da evaporação, o teor de sais aumenta no perfil do solo. Porém, nem todos os sais incorporados pelas águas permanecem no solo, mesmo em regiões áridas ou semi-áridas. Parte desses sais são eliminados por lâminas sucessivas de irrigação ou pelas chuvas, através do processo de percolação; outra parte, embora que em pequena quantidade, poderá ser absorvida pelas plantas para atender suas necessidades e, ainda, parte pode ser subtraída mediante precipitação de sais, de modo que,

em determinados locais, a concentração de sais do solo tenda atingir um estado de equilíbrio (Gheyi et al., 1992).

Ayers & Westcot (1991) e Medeiros (1992) enfatizam que qualidade da água de irrigação diz respeito à massa e aos tipos de sais nela dissolvidos, destacando-se, na maioria das vezes, os sais de sódio, cálcio, magnésio e potássio, na forma de cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos, em diferentes proporções, dependendo da fonte de água, de sua localização geográfica, época de coleta, etc. De acordo com Richards (1954) e Daker (1984), os sais de maiores proporções encontrados nos solos salinos são compostos de cálcio, sódio e magnésio na forma de cloretos e sulfatos, encontrando-se, com menor frequência, compostos de potássio, carbonato e bicarbonato.

A salinização é um dos principais fatores a prejudicar a produção agrícola em áreas irrigadas (Rhoades & Loveday, 1990). Segundo dados da ONU, citados por Szabolcs (1986), a salinização secundária, proveniente do uso inadequado das técnicas de irrigação, afeta a metade de todas as áreas irrigadas no mundo.

Conforme Thorne & Peterson (1954), a qualidade da água tem efeito na salinização do solo, na sua estrutura física e também sobre as plantas. Em áreas irrigadas, o aparecimento de problemas de salinidade podem estar relacionados à irrigação com água de alta concentração salina, ao uso de quantidades excessivas de água, provocando elevação do lençol freático, e ao manejo inadequado do solo e da água.

Em torno de 70 % das fontes de água avaliadas em Estados do Nordeste foram consideradas de boa qualidade para a irrigação (Góes, 1978). Os problemas de salinidade existentes nas áreas irrigadas estão relacionados principalmente ao manejo inadequado da irrigação (Holanda & Amorim, 1997). Leprum (1983), Costa & Gheyi (1984), Laraque (1989) e Audry & Suassuna (1990) afirmam que nessa região as águas utilizadas nas irrigações apresentam, na maioria das vezes, concentrações totais de sais na faixa de 1 a 30 meq L⁻¹ (condutividade elétrica de 0,1 a 3 dS m⁻¹).

Segundo Bernstein (1974), a água de irrigação contém normalmente centenas e, às vezes, milhares de mg L⁻¹ de sais, níveis bastante elevados se comparados com os da água proveniente das chuvas, que é de aproximadamente 10 mg L⁻¹. Souza (1971) cita que nas regiões áridas e semi-áridas, através da água de irrigação podem ser introduzidas toneladas de sais por hectare / ano, tornando os solos salinos.

Para Ayers & Westcot (1991), as características básicas mais importantes que qualificam a água para irrigação são: concentração total de sais solúveis expressa em ppm, meq L⁻¹ ou em termos de condutividade elétrica a 25 °C em dS m⁻¹; concentração relativa de sódio residual; teor de íons tóxicos, principalmente sódio, boro e cloreto, expressos em ppm ou meq L⁻¹, e outras características, como excesso de nitrogênio e pH anormal. Dentre outros autores, Palacios & Aceves (1970), Kovda et al. (1973) e Christiansen et al. (1977) contribuem acrescentando que além das características físico-químicas da água, outros fatores devem ser levados em consideração e analisados em conjunto quando de sua avaliação e recomendação de uso para irrigação. Entre tais fatores, podem ser apontados, o manejo de irrigação e drenagem, as características do solo, a tolerância das culturas a serem exploradas e as condições climáticas locais. Para Shainberg & Oster (1978) e Van Hoorn & Van Alphen (1994), a adequabilidade da água destinada à irrigação deve ser analisada levando-se em consideração os efeitos potenciais sobre o rendimento das culturas e as mudanças nas características do solo.

Rhoades et al. (1992) relatam não ocorrer condições de equilíbrio na maioria das situações encontradas na agricultura irrigada. Nesse caso, são necessários modelos dinâmicos complexos (Bresler & Hoffman, 1986; Letey & Dinar, 1986; Bresler, 1987; Letey et al., 1990) para levar em conta todas as variáveis, porém, segundo Rhoades et al. (1992), a maioria dos dados de entrada para esses modelos são, geralmente, indisponíveis para muitas aplicações práticas; existindo, ainda, muitas incertezas a respeito de como relacionar a resposta das culturas à salinidade e ao potencial mátrico, variando no tempo e no espaço, tal como pode ser analisado em tais modelos.

A qualidade da água de irrigação pode ser considerada como um importante fator, mas nunca deve ser esquecido que ele é tão somente um dos fatores e que não é possível desenvolver um sistema de classificação universal que possa ser usado sob todas as circunstâncias (Logan, 1965; Hoom, 1971; Yaron, 1973).

Medeiros & Gheyi (1994) enfatizam a necessidade do desenvolvimento de um sistema de classificação de água, próprio para as condições brasileiras, como medida para se ter um prognóstico seguro de seu efeito quando usada em irrigação. Enquanto não se define um sistema de tal natureza se sugere que, para classificação quanto a salinidade seja utilizada a proposição do UCCC (University of California Committee of Consultants), citada por Frenkel (1984) e Pizarro (1985) por não ser conservadora como a de Richards (1954) nem

genérica como a apresentada por Ayers & Westcot (1991). Com respeito a sodicidade ou a problemas de infiltração e de toxicidade iônica, as diretrizes apresentadas por Ayers & Westcot (1991) são adequadas. As referidas proposições de classificação quanto ao risco de salinidade e sodicidade encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. As diretrizes 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 ¹	Risco de salinidade	Ayers & Westcot (1991)	Problema de salinidade
	Faixas de CEa (dS m ⁻¹)			Faixas de CEa (dS m ⁻¹)	
C ₁	< 0,25	< 0,75	Baixo	< 0,7	Nenhum
C ₂	0,25 – 0,75	0,75 – 1,50	Médio	0,7 – 3,0	Moderado
C ₃	0,75 – 2,25	1,50 – 3,00	Alto	> 3,0	Severo
C ₄	> 2,25	> 3,00	Muito alto	-	-

¹UCCC – University of California Committee of Consultants, Fonte: Frenkel (1984).

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

RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	Grau de restrição		
	Nenhuma	Ligeira e moderada	Problemas severos
	CEa (dS m ⁻¹)		
0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 2,0
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 (1991).

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		
		Nenhuma	Ligeira a moderada	Severa
Sódio, irrigação por superfície	RAS	< 3	3 – 9	> 9
Sódio, irrigação por aspersão	meq L ⁻¹	< 3	> 3	-
Cloreto, irrigação por superfície	meq L ⁻¹	< 4	4 – 10	> 10
Cloreto, irrigação por aspersão	meq L ⁻¹	< 3	> 3	-
Boro	mg L ⁻¹	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0

Fonte: Ayers & Westcot (1991).

2.4. Efeito dos sais sobre as plantas

De acordo com Richards (1954) e Lima (1997), os efeitos dos sais sobre as plantas podem ser decorrentes da dificuldade de absorção de água salina pelas plantas, por interferência dos sais nos processos fisiológicos, ou mesmo, por toxidez similar àquelas de adubações excessivas. O acúmulo gradativo de sais solúveis na solução do solo poderá afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas, mediante efeitos diretos (disponibilidade de água no solo, toxidez) e efeitos indiretos.

Segundo Ayers & Westcot (1991), há redução do teor de água no interior das plantas quando expostas às condições de alta salinidade, por tempo prolongado, com efeitos sobre paralisação do crescimento, necrose e/ou queimaduras nas folhas e danos nos tecidos. Os problemas de toxidez, freqüentemente, acompanham ou complicam os de salinidade, podendo aparecer mesmo quando a condutividade elétrica do solo for baixa. Para Prisco (1980), a salinidade é um fator que interfere no metabolismo das plantas e esta influencia depende da espécie vegetal e do tipo de sal existente no solo.

A salinidade afeta tanto o crescimento como a produção das culturas e qualidade do produto, se manifestando principalmente na redução da população e desenvolvimento das plantas, com sintomas similares aos causados por estresse hídrico. Além disso, afeta as propriedades físico-químicas dos solos que, por sua vez, interferem na adequabilidade desses solos, como meio de crescimento das plantas (Rhoades et al., 1992). Segundo o mesmo autor, a salinidade excessiva reduz o crescimento da planta, por causa do aumento no dispêndio de energia para absorver água do solo e realizar os ajustes bioquímicos necessários à sobrevivência em condições de estresse. Essa energia é desviada dos processos que conduzem ao crescimento e à produção.

Bernstein & Hayward (1958) consideram que os efeitos da salinidade do solo sobre a produção das culturas estão relacionados à menor disponibilidade fisiológica de água (pressão osmótica), à interferência na absorção de nutrientes pelas raízes e, também, a uma acumulação de quantidades tóxicas de vários íons no interior da planta.

Segundo Rhoades et al. (1992), ainda são escassas as informações sobre o efeito da salinidade da água e/ou do solo na qualidade de produção, embora tais efeitos sejam aparentes e tenham sido notados sob condições de campo; em geral, a salinidade do solo, tanto a causada pela irrigação com água salina como pela combinação dos fatores água, solo e

manejo das culturas, pode resultar em redução na produção, mudanças de cor e aparência dos frutos e alterações na composição do produto colhido.

O crescimento de algumas plantas, bem como, sua composição podem ser influenciadas positivamente sob certos níveis de salinidade. Shalhevet et al. (1969) relatam aumento no conteúdo de óleo em sementes de amendoim com o aumento da salinidade até $3,16 \text{ dS m}^{-1}$. Shalhevet & Yaron (1973) trabalhando com tomate, comentam ter havido um aumento marcante nos sólidos solúveis do extrato, um importante fator para a produção de extrato e polpa de tomate. Caso os processadores comprem tomate com base no conteúdo de sólidos totais, não serão penalizados economicamente pela salinidade no limite de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$. Rhoades et al. (1989) obtiveram melhoria na qualidade de trigo, melões e alfafa com o uso de água salina de drenagem na irrigação. Pasternak et al. (1979) afirmam que a salinidade moderada pode aumentar os rendimentos de algodão.

2.4.1. Efeito osmótico

Na medida em que aumenta a concentração salina da solução do solo, sua pressão osmótica também é aumentada, podendo atingir um nível em que as raízes das plantas não terão força de sucção suficiente para superar essa pressão e, conseqüentemente, a planta não conseguirá absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido (seca fisiológica). Às vezes, dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver poderá até perder a água que se encontra em seu interior (Bernstein, 1975; Gheyi et al., 1992), fenômeno denominado de plasmólise.

Para Ayers & Westcot (1991), quando a água do solo é retida com força superior às forças de extração, inicia-se o estado de escassez de água na planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito de osmose e, portanto, a magnitude do problema de escassez de água na planta. Tal efeito acumulativo faz com que a disponibilidade de água para a cultura diminua à medida que a salinidade aumenta.

A ocorrência de uma quantidade excessiva de sais na solução do solo acarreta a diminuição do seu potencial osmótico, provocando redução na quantidade de água absorvida pela semente, o que afeta significativamente seu processo germinativo (Prisco et al., 1978).

A menor absorção de água pelas plantas em condições salinas produz sintomas semelhantes aos de seca periódica como, por exemplo, um murchamento temporário, folhas queimadas, cor verde azulada em certas plantas, crescimento reduzido e folhas pequenas (Doorenbos & Pruitt, 1977).

Conforme Silva (1981), Bliss et al. (1986), Torres (1987) e Khatri et al. (1991), o alto teor de sais no solo, especialmente o cloreto de sódio, pode inibir a germinação devido ao efeito osmótico e tóxico. Para Hayward & Wadleigh (1949), nas condições de estresse salino, mesmo que a semente germine e a plântula resultante sobreviva, sua atividade metabólica será afetada de forma a reduzir ou mesmo impedir a produção de fotossintetizados.

As células dos tecidos radiculares das plantas, sob condições salinas, são impedidas de absorverem água do substrato ou a fazem numa velocidade muito lenta, devido à inibição osmótica imposta pela elevada concentração salina da solução do solo (Epstein, 1972; Menguel & Kirkby, 1987).

Izzo et al. (1993) demonstraram que a redução do crescimento de plantas de milho, em condições de estresse salino, está associada a uma redução do potencial osmótico da solução do solo, e não ao potencial de pressão, o que indica um ajustamento osmótico decorrente da síntese de solutos compatíveis.

2.4.2. Efeito tóxico

Os problemas de toxicidade e de salinidade são diferentes. O primeiro ocorre internamente na planta e não é provocado pela falta de água. Normalmente, a toxicidade origina-se quando certos cátions, absorvidos pela planta com a água do solo, são acumulados na folha, durante a transpiração, em quantidades suficientes para provocar danos. Os danos podem reduzir significativamente os rendimentos e, sua magnitude, depende do tempo, concentração dos íons, sensibilidade das plantas e uso de água pelas culturas (Ayers & Westcot, 1991).

Bernstein & Francois (1973), Meiri (1984) e Rhoades et al. (1992) elucidaram que culturas irrigadas por aspersão estão potencialmente sujeitas a danos adicionais causados por absorção foliar de sais e dessecação (queima) pelo contato das folhas com o jato de água.

Os íons tóxicos contidos comumente nas águas de irrigação são o cloreto, o sódio e o boro, sendo a toxicidade causada pelo cloreto, a mais freqüente. Os danos podem ser causados individualmente ou em combinação (Ayers & Westcot, 1991). Os cátions monovalentes são considerados mais danosos sobre a permeabilidade da membrana do que os divalentes (Leopold & Willing, 1984), o que confirma a toxidez desses íons. Para Rhoades & Loveday (1990), íons como sulfato, bicarbonato, carbonato, cálcio, magnésio, potássio, nitrato e lítio, quando em concentrações suficientemente elevadas, são igualmente tóxicos.

Segundo Ungar (1978), uma característica das halófitas que as distingue das glicófitas é a habilidade de suas sementes permanecerem dormentes, sem perda de viabilidade, em soluções de alta salinidade e, posteriormente, germinarem após redução da concentração. Provavelmente, as glicófitas não têm esse nível de adaptação, devido o NaCl ter efeito tóxico além de osmótico (Redman, 1974), enquanto que em halófitas o principal efeito é o osmótico (William & Ungar, 1972).

Os efeitos do excesso de sais solúveis sobre as plantas são devido à pressão osmótica elevada e à ação tóxica de alguns elementos como sódio e cloreto, que chegam a causar distúrbios fisiológicos na planta, podendo ocasionar a sua morte (Mello et al., 1983).

Condições específicas presentes em solos salinos e/ou sódicos podem afetar, marcadamente, diferentes processos metabólicos das plantas, como assimilação de CO₂, fotossíntese, síntese de proteínas, respiração, relações hídricas, reações enzimáticas e conversão de fitohormônios (Meiri & Shalhevet, 1973; Bernstein, 1975; Shannon, 1979; Menguel & Kirkby, 1987).

2.4.3. Efeito nutricional

O efeito adverso da salinidade na absorção e utilização de nutrientes está relacionado com o aumento da pressão osmótica na solução do solo, com a acumulação de certos íons no tecido vegetal em condições tóxicas e diminuição no crescimento do sistema radicular (Allison, 1964; Pessarakali et al., 1989a, 1989b; Postal, 1990).

Especificamente em solos sódicos, os problemas mais graves são os altos níveis de sódio (comparados com os de cálcio), o alto pH, a baixa atividade biológica e o

baixo potencial de oxidação, resultando em redução da taxa de mineralização da matéria orgânica e na disponibilidade de N, P, S, Mn, B, Zn, Cu e Fe (Santos & Muraoka, 1997).

A presença do sódio e/ou de outros cátions, em quantidades elevadas na solução do solo, podem afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas indiretamente, devido ao seu efeito sobre as condições físicas do solo ou sobre a disponibilidade de outros elementos. Por exemplo, quando no extrato de saturação do solo há teores apreciáveis de carbonato de sódio, o pH poderá alcançar valores tão altos, como dez, por exemplo. Nessas condições, a disponibilidade de vários elementos essenciais às plantas (Zn, Mn e Fe) é reduzida e, portanto, o seu crescimento é influenciado, não diretamente pelo carbonato de sódio mas, por seu efeito sobre o pH do solo. Do mesmo modo, o excesso de um íon poderá provocar deficiência de outro devido à precipitação (Gheyi et al., 1997).

Após analisarem amplamente os diferentes aspectos da interação salinidade x fertilidade, Jurinak & Wagenet (1981) concluíram que os fatores que contribuem para aumentar ou diminuir a produção, em função da interação, não estão bem esclarecidos, contudo, dois mecanismos podem ser considerados: (1) a pressão osmótica da solução do solo aumenta com a concentração de sais tornando dado volume de água do solo menos disponível para as plantas; e (2) a salinidade do solo afeta a absorção de macro e micronutrientes, fato comprovado nos estudos de Lunin & Gallatin (1965) e Hassan et al. (1970a e 1970b). Deve-se considerar serem estes efeitos mais ou menos proeminentes, dependendo da cultura e do nutriente, afetando tanto a produção como a concentração dos nutrientes nas diferentes partes da planta.

Segundo Fageria (1985), o aumento da salinidade de 0,29 a 15,0 dS m⁻¹ diminui os teores de P e K na planta de arroz, enfatizando também que o desbalanço nutricional devido à salinidade é a principal causa na redução da produtividade do arroz em solos salinos.

Nobrega Neto et al. (1999) trabalhando com diferentes níveis de NaCl na germinação e desenvolvimento inicial da leucena, observaram haver decréscimo na percentagem de germinação com o aumento das concentrações de NaCl acima de 0,15 %, provavelmente em consequência do reflexo adverso na nutrição mineral e da dificuldade de embebição de água salina pela semente, devido ao baixo potencial osmótico da solução do solo.

Kawasaki et al. (1983) citam que o aumento da concentração de sódio no meio radicular pode inibir a absorção de potássio devido à relação competitiva entre cátions monovalentes. Kawasaki et al. (1983), Izzo et al. (1991), Alberico & Cramer (1993), Cramer et al. (1994) e Azevedo Neto & Tabosa (2000) citam que a elevação da concentração de sódio na solução nutritiva ocasiona queda simultânea nos teores de cálcio na parte aérea e na raiz, independente da característica adaptativa das culturas estudadas.

Trabalhos com plantas sob estresse salino têm demonstrado que a suplementação de cálcio reduz a acumulação líquida de sódio e mantém os níveis de potássio e metabólitos fosfatados no tecido radicular, além de reduzir as perdas de fósforo (Colmer et al., 1994)

2.5. Tolerância das plantas à salinidade

2.5.1. Generalidades

As culturas não respondem de maneira semelhante à salinidade, ou seja, algumas conseguem produzir rendimentos economicamente viáveis em níveis elevados de salinidade do solo, enquanto outras podem até não conseguir desenvolver-se em níveis relativamente baixos. Maas & Hoffman (1977) afirmam que, de uma maneira geral, a salinidade afeta as plantas em todos os estádios de desenvolvimento, sendo que, em algumas culturas mais sensíveis isto pode variar dos primeiros estádios aos últimos.

Segundo Brady & Buckman (1983), a capacidade dos vegetais superiores se desenvolverem satisfatoriamente em solos salinos depende de vários fatores inter-relacionados, podendo-se citar a constituição fisiológica da planta, o seu estágio de crescimento e seus hábitos radiculares. Silva (1983) reporta serem mais tolerantes aos sais as espécies de crescimento lento, em comparação com as de crescimento rápido.

Para Richards (1954), a tolerância à salinidade pode ser analisada de acordo com os seguintes critérios: (a) capacidade da cultura em sobreviver em solos salinos; (b) o rendimento da cultura em solos salinos; e (c) o rendimento da cultura em solo salino, comparado a um solo não salino, sendo que este último critério é o melhor para estudos comparativos. Segundo Rhoades et al. (1992), na seleção de culturas para solos salinos, deve

ser dada atenção particular à tolerância das mesmas durante o desenvolvimento inicial, pois baixas produções freqüentemente resultam de falhas na obtenção de densidades satisfatórias de plantas. Algumas culturas tolerantes em fase posterior às do crescimento são muito sensíveis na fase inicial.

A tolerância de cada espécie e cultivar aos sais da solução do solo aumenta com a capacidade de adaptação a uma alta sucção interna de solutos e diminui com sua resistência a esta adaptação (Black, 1975).

Algumas culturas podem alcançar valores de oito a dez vezes a tolerância de outras. A amplitude desta tolerância relativa permite um maior uso das águas de salinidade moderada e aumenta a faixa aceitável das águas salinas consideradas adequadas para irrigação (Ayers & Westcot, 1991).

Shainberg & Oster (1978) e Maas (1986) abordaram que o clima parece afetar bem mais as culturas sensíveis a salinidade do que as tolerantes. Conforme Ayers & Westcot (1991), normalmente as culturas de clima ou estação fria, são mais tolerantes a elevados níveis de salinidade que as cultivadas em clima quente ou em meses quentes e secos.

É importante reconhecer que os dados de tolerância aos sais não podem fornecer, com precisão, as perdas de produtividade quantitativas em função da condutividade elétrica, para todas as situações, uma vez que a resposta das plantas à salinidade, varia com outros fatores, como condições climáticas e de solo, manejo agrônomico e de irrigação, genótipo, fase de crescimento e outros (Rhoades et al., 1992).

2.5.2. Mecanismo de tolerância das plantas à salinidade

Existem plantas, originárias de ambientes salinos, com notável capacidade de adaptação à salinidade, sendo capazes de desenvolver sucção interna de solutos de 30 a 50 bares e crescer melhor em solos afetados por sais do que em solos normais; tais plantas são denominadas de halófitas. Outras espécies cultivadas com finalidade econômica, também apresentam capacidade suficiente para se adaptar a uma maior sucção interna de solutos porém, em menor grau que as halófitas, comumente chamadas de glicófitas (Hayward & Wadleigh 1949, citados por Black, 1975; Lauchli & Epstein, 1984).

As halófitas têm seu mecanismo de tolerância baseado no ajustamento osmótico, ou seja, elas absorvem, por exemplo, cloreto de sódio em altas taxas e o acumulam nas folhas, para estabelecer o equilíbrio osmótico com baixo potencial de água do 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 a não haver interferência nos mecanismos enzimáticos e metabólicos e na hidratação das proteínas em nível celular. É importante ressaltar não haver fluxo através da membrana (tonoplasto) que separa o citoplasma e o vacúolo, mesmo com elevado gradiente de concentração e, também, que o ajuste osmótico é obtido por substâncias compatíveis com as enzimas e os metabólitos ali presentes. Esses solutos são de natureza orgânica, na maioria das vezes, como os compostos nitrogenados (Lima, 1997). As glicófitas depositam a maior fração do sódio absorvido nas raízes e na parte inferior do caule, transferindo uma fração muito pequena para as folhas (Van Eijk, 1934; Collander, 1941; Black, 1956; Bernstein et al., 1956; Jacoby, 1964; Wallace et al., 1965; Scholander et al., 1966; Rain & Epstein, 1967; La Hay & Epstein, 1971, citados por Epstein, 1975).

Os resultados referentes à tolerância de plantas a elevados níveis de salinidade devem ser analisados e interpretados adequadamente antes de serem aplicados na prática. Os critérios de avaliação podem envolver mecanismos morfológicos (folhas mortas, redução em peso de matéria seca da parte aérea ou grãos) e mecanismos fisiológicos (Fageria & Gheyi, 1997).

2.5.2.1. Mecanismos morfológicos

As culturas apresentam tolerância variável aos sais solúveis e ao sódio. Segundo Santos & Hernandez (1997), são várias as alterações existentes nas plantas para esse fim, entre as quais citam-se adaptações naturais representadas por aspectos morfológicos (maior succulência devido à presença de um grande paliçadico) e anatômicos (estrias de Caspary mais largas e segunda endoderme no córtex).

Conforme Fageria (1984), o mais evidente mecanismo de tolerância aos sais é a adaptação morfológica das plantas. O principal efeito negativo da salinidade é a redução da disponibilidade de água. Portanto, nas espécies tolerantes ocorrem mudanças morfológicas e anatômicas para superar a deficiência hídrica. As mudanças de estrutura são variáveis entre

espécies e entre cultivares e incluem: folhas menores e número reduzido, poucos estômatos por unidade de área foliar, espessamento da cutícula das folhas, diminuição da diferenciação e desenvolvimento dos tecidos vasculares.

Uma das características morfológicas utilizadas na avaliação baseia-se no número de folhas presentes na planta, em dado nível de salinidade. Os genótipos podem ser classificados como tolerantes, moderadamente tolerantes, moderadamente susceptível e susceptível (Fageria & Gheyi, 1997). Outra característica morfológica é a redução na produção de matéria seca dos grãos, sob um certo grau de salinidade, em relação à testemunha; este critério é considerado como o melhor para a avaliação devido à sua aplicação em condições de campo. Além destes critérios, pode ser usado o índice de eficiência de produção (IEP), calculado através da relação entre a produção média obtida com alto e baixo nível de salinidade, para classificar os genótipos quanto à tolerância a salinidade (Fageria, 1991).

2.5.2.2. Mecanismos fisiológicos

De acordo com Fageria & Gheyi (1997), os mecanismos fisiológicos de avaliação, como acumulação e exclusão de íons e ajustamento osmótico, são os mais importantes.

As plantas tolerantes à salinidade devem ser capazes de ajustar o potencial osmótico que envolve tanto a absorção e a acumulação de íons como a síntese de solutos orgânicos (Weisel, 1972). A importância relativa de muitos mecanismos varia entre espécies de planta (Bernstein, 1961; Weisel, 1972; Rush & Epstein, 1981; Fageria & Gheyi, 1997), entre cultivares da mesma espécie (Yeo & Flowers, 1983) e, em alguns casos, entre partes da planta (Bernstein, 1961; Weisel, 1972; Fageria & Gheyi, 1997).

A taxa de absorção é variável entre íons e, por isso, influencia o balanço iônico na planta. O Cl^- contribui muito mais para o ajustamento osmótico do que o SO_4^- , pois a absorção do Cl^- é muito mais rápida. Quando a salinidade consiste predominantemente de cátions monovalentes e ânions bivalentes, como Na_2SO_4 , a taxa de cátions absorvidos é maior que a de ânions. Nesta situação, o balanço iônico é alcançado através da síntese e da acumulação de ácidos orgânicos (Maas & Hoffman, 1977; Maas & Nieman, 1978).

Segundo Lauchli & Epstein (1984), no ajuste osmótico, não há fluxo através da membrana que separa o citoplasma e o vacúolo, de um compartimento para outro, mesmo em condições de 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, de natureza orgânica como compostos nitrogenados e, em algumas plantas, açúcares como sorbitol. Lima (1997) cita que as plantas sensíveis à salinidade tendem, em geral, a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico e sofrem com decréscimo de turgor, levando as plantas ao estresse hídrico por osmose.

As halofíticas acumulam certos íons inorgânicos em altas concentrações e se utilizam deles para manter o potencial osmótico dos tecidos menor que o potencial externo. Em muitas alcofiticas, a diferença entre cultivares tolerantes à salinidade é associada ao baixo teor de absorção e à acumulação de Na^+ ou Cl^- em toda a planta ou na parte aérea. Neste caso, a tolerância é relacionada ao mecanismo de exclusão de íons no momento de absorção de água e/ou nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (Fageria & Gheyi, 1997). Lauchli (1984) observou que a maioria das leguminosas responde à salinidade pela exclusão de sais das folhas. A tolerância à salinidade de soja, alfafa e trigo é também relacionada à exclusão de Na^+ e ou Cl^- na parte aérea (Noble & Rogers, 1992). Assim, a seleção destas espécies tomando como base a exclusão de Na^+ ou Cl^- pode ser um bom critério.

Possivelmente, o mecanismo mais importante para regular o potencial osmótico seja a absorção seletiva de íons. Plantas tolerantes possuem capacidade de absorver nutrientes essenciais da solução salina em que a concentração de íons não essenciais (tóxicos) é muito maior que a de íons essenciais. Por exemplo, a concentração de Na^+ em solução de solos salinos é maior que a de K^+ . Entretanto, a relação $\text{Na}:\text{K}$, em plantas que crescem neste tipo de solo, é aproximadamente um ou menos. Esta alta especificidade para absorção de K^+ está presente em várias espécies de plantas (Pitman, 1970, citado por Fageria & Gheyi, 1997).

As plantas que acumulam sais em ajustamento osmótico são denominadas de eualofíticas e aquelas que acumulam mais solutos, em comparação aos sais, são chamadas glicolofíticas. Por exemplo, em cenoura, o aumento de concentrações de sacarose, sob condições salinas, é o componente principal de ajustamento osmótico, mas, em beterraba, os sais são o principal componente, em lugar de sacarose (Chapman, 1960).

A classe de eualofíticas ajusta-se ao ambiente salino pela acumulação de sais, geralmente o NaCl (Weisel, 1972). Estas plantas possuem mecanismo de adaptação para alta

concentração de sais pelo aumento da suculência (Kramer, 1983), pelo acúmulo em partes menos sensíveis, pela exclusão do excesso de sais de seus órgãos ou por várias combinações deste mecanismo (Fageria & Gheyi, 1997).

Santos & Hernandez (1997) citam que algumas plantas tolerantes produzem solutos orgânicos reguladores do gradiente osmótico no citoplasma ou no vacúolo, por exemplo, sorbitol nas raízes e glicina betaina nas folhas.

É muito útil a variabilidade genética entre as plantas, por permitir a seleção de espécies e cultivares mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos, economicamente aceitáveis, em condições de salinidade (Ayers & Westcot, 1991).

2.5.3. Determinação dos valores de tolerância

O nível máximo de salinidade média da zona radicular que pode ser tolerado pelas plantas, sem afetar significativamente seu desenvolvimento, é a salinidade limiar (SL). Nesse nível de salinidade, o rendimento potencial (Y) das culturas é 100 %. A SL é expressa em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (Ayers & Westcot, 1991). A tolerância das culturas aos sais é, convencionalmente, expressa em termos de rendimento relativo (Y), salinidade limiar (SL) e percentagem de redução do rendimento por aumento unitário da salinidade acima do valor limiar (b) (Maas & Hoffman, 1977). A relação linear entre salinidade e os rendimentos é dado por:

$$Y = 100 - b.(CE_{es} - SL); \quad CE_{es} > SL \quad \dots \text{(eq.1)}$$

2.6. Salinidade em gravioleira

Oliveira (1991) trabalhando com diferentes níveis de salinidade da água obtidos com NaCl sob o desenvolvimento inicial de gravioleira, verificou decréscimos no percentual de germinação com o incremento da salinidade da água de irrigação (CEa) de 0,0 até 8,0 dS m⁻¹, no entanto, para CEa entre 0,0 e 4,0 dS m⁻¹ não houve influência sobre o diâmetro do caule, crescimento em altura, área foliar, crescimento da raiz e acumulação de matéria seca em folhas e raízes, tendo observado, ainda, que as plantas irrigadas com água de

CE de 6,0 e 8,0 dS m⁻¹ tiveram redução significativamente de número de folhas e de matéria seca das raízes.

A presença de elementos químicos como boro e cloro, em teores acima de 80 ppm e 2,0 meq L⁻¹, respectivamente, na água de irrigação pode causar danos fisiológicos à gravioleira no Nordeste brasileiro (Pinto & Silva, 1994).

Trabalhando em laboratório, Silva (1997) testou o efeito de fontes (água salina, NaCl e Na₂SO₄) e níveis (0,0, 2,0, 4,0, 6,0 e 8,0 dS m⁻¹) de salinidade da água de irrigação sobre germinação e desenvolvimento de plântulas de gravioleira, constatando maior percentagem de germinação, tanto em níveis mais altos de salinidade como para Na₂SO₄. Segundo o mesmo autor, o NaCl foi o sal mais agressivo sobre o processo de germinação e desenvolvimento das plântulas. Vale ressaltar, que a irrigação com a solução salina foi realizada uma única vez, até atingir a capacidade de campo.

Santos (1998) estudando o efeito de seis níveis de salinidade da água de irrigação (0,27, 0,42, 0,98, 1,25, 1,99 e 2,60 dS m⁻¹) sobre a produção de mudas de pé franco de graviola (*Annona muricata* L.) em sacos de polietileno contendo mistura de areia quartzosa e solo hidromórfico, observou que o desenvolvimento vegetativo das mudas foi prejudicado com utilização de águas de condutividade elétrica (CE) igual ou superior a 1,99 dS m⁻¹, no entanto, a germinação das sementes não foi afetada por CE de até 2,60 dS m⁻¹.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Etapas de estudo e materiais genéticos

O experimento constou de três etapas, em que foram estudados os efeitos de diferentes qualidades de água de irrigação, em termos de condutividade elétrica (CEa), na produção de mudas enxertadas de gravioleira. Na Etapa I, foi estudado o efeito da CEa sobre a germinação das sementes; na Etapa II, foi avaliado o crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto e na Etapa III foi analisado o pegamento, crescimento e desenvolvimento do enxerto até a muda atingir estágio de transplante. Em todas as etapas foram testados os mesmos níveis de salinidade da água de irrigação.

Na formação do porta-enxerto foram utilizados sementes da safra 2001 de gravioleira (*Annona muricata* L.), tipo Morada. Segundo Araújo Filho et al. (1998), este tipo apresenta maior tolerância ao ataque da broca do tronco (*Cratosomus* spp.). Para a formação do enxerto, foram utilizados garfos de gravioleira tipo Crioula. O material genético utilizado foi coletado de áreas experimentais da Embrapa Agroindústria Tropical.

3.2. Localização do experimento

O experimento foi desenvolvido no viveiro do Campo Experimental de Pacajus (CEP), pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, no município de Pacajus – CE, durante o período de janeiro a julho de 2001. O CEP dista 54 km de Fortaleza-CE, localizado no litoral leste do estado, com as seguintes coordenadas geográficas: 4° 10' de latitude Sul e 35° 27' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude média de 60 m.

O clima da região, conforme classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), é do tipo “Bw”, com precipitação pluviométrica média anual de 965,2 mm, com mais de 90 % de ocorrência de chuvas no período de janeiro a julho, e uma evaporação em torno de 2.310,1 mm, tomada como referência a do tanque classe “A”. A temperatura média anual é de 26,5°C, com máxima de 31°C e mínima de 23°C, e umidade relativa do ar em torno de 80 %. Na Tabela 4, constam os dados meteorológicos médios obtidos no período de condução do experimento.

Tabela 4. Dados meteorológicos da estação do INMET (CNPAT-EMBRAPA) do Campo Experimental de Pacajus (CEP) – CE, compreendendo o período experimental (janeiro a julho – 2001).

Mês	Dados meteorológicos					
	Temperatura			Precipitação média	Evaporação média	Umidade Relativa
	Máxima	Mínima	Média			
°C			mm	%		
Jan	31,89	22,45	27,17	4,13	7,85	65,46
Fev	31,77	22,78	27,27	1,91	8,18	68,14
Mar	31,49	22,49	26,99	3,97	5,75	72,14
Abr	29,37	22,35	25,86	15,33	*	80,90
Mai	31,29	21,53	26,41	1,80	5,10	71,03
Junho	30,77	20,40	25,59	2,54	5,33	70,40
Julho	31,51	19,15	25,33	0,28	6,21	64,85

Fonte: EMBRAPA/CNPAT (2001).

* Problema em coleta de dados devido manutenção do equipamento.

3.3. Substrato

O substrato usado para o enchimento dos tubetes foi o comumente utilizado para produção de mudas de graviola indicado pela EMBRAPA/CNPAT, composto de uma mistura na proporção dos volumes de 2:1:1 de casca de arroz carbonizada, húmus de minhoca e bagana (palha de carnaúba triturada), cujas análises químicas constam na Tabela 5. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza – CE, seguindo metodologias recomendada por Richards (1954) e EMBRAPA (1997).

Segundo Souza (1993), o substrato de casca de arroz carbonizada apresenta as seguintes características físicas e químicas: densidade seca de 150 g L⁻¹, capacidade de retenção de água de 53,9 %, capacidade de troca de cátions de 55 meq dm⁻³, pH em água de

7,4, teor de sais solúveis de $0,7 \text{ g L}^{-1}$, 0,7 % de nitrogênio, 0,2 % de fósforo e 0,32 % de potássio.

Tabela 5. Características químicas do substrato utilizado no experimento.

Características químicas		Valor
Complexo sorativo $\text{mmol}_e \text{ dm}^{-3}$	Cálcio	88,86
	Magnésio	40,84
	Sódio	130,00
	Potássio	34,00
	Hidrogênio + Alumínio (Ac. Potencial)	26,00
	Soma de bases (S)	293,66
	Capacidade de troca de cátions (CTC)	319,66
Saturação de bases (V), %		91,87
Porcentagem de sódio trocável (PST)		40,67
Matéria orgânica, g kg^{-1}		215,40
Fósforo assimilável, mg kg^{-1}		1029,30
pH em água (1:2,5)		5,75
Condutividade elétrica do extrato de saturação, dS m^{-1}		5,30
Cobre (mg dm^{-3})		4,41
Ferro (mg dm^{-3})		19,20
Manganês (mg dm^{-3})		16,50
Zinco (mg dm^{-3})		15,08

3.4. Preparo das águas de irrigação

As águas de irrigação foram preparadas tomando-se como base a água proveniente de um poço tubular usado no sistema de irrigação do CEP, cujos resultados da análise química encontram-se na Tabela 6, de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1 entre sódio:cálcio:magnésio, a partir da adição dos sais de NaCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Consta na Tabela 7 a quantidade de cada elemento usado no preparo das águas de irrigação de forma a se obter a proporção desejada. As águas foram preparadas em volume suficiente para várias irrigações, sendo armazenadas em caixas de PVC devidamente tampadas, para se evitar evaporação, entrada de água de chuva e contaminação com materiais que comprometessem a sua qualidade. Foram utilizadas seis caixas com capacidade de 1000 L cada.

A escolha desses sais e a proporcionalidade usada basearam-se em resultados obtidos por Medeiros (1992), analisando as principais fontes de água, disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro.

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

A análise química da água proveniente do poço tubular foi realizada no Laboratório de Análise de Solo e Água da EMBRAPA/CNPAT, Fortaleza – CE, de acordo com Richards (1954) e EMBRAPA (1997).

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

Cátions	Valor	Anions	Valor
Ca^{++} ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	0,68	Cl^- ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	2,85
Mg^{++} ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	1,15	HCO_3^- ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	2,60
Na^+ ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	3,45	CO_3^{--} ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	0,00
K^+ ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	0,21	SO_4^- ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	0,00
Σ cátions ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	5,49	Σ ânions ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$)	5,45
pH	6,70	RAS (mmol L^{-1}) ^{0,5}	3,61
CE (dS m^{-1}) a 25°C	0,50		

Tabela 7. Quantidades de sais e de água de poço utilizadas no preparo das águas de irrigação.

CEa (dS m^{-1})	NaCl 1N	CaCl ₂ .2H ₂ O 1N	MgCl ₂ .6H ₂ O 1N	Água do poço
	(mL L ⁻¹ de água de irrigação)			
0,50	-	-	-	-
1,50	7,50	2,37	0,10	990,03
2,50	14,50	4,37	1,10	980,03
3,50	21,50	6,37	2,10	970,03
4,50	28,50	8,37	3,10	960,03
5,50	35,50	10,37	4,10	950,03

3.5. Tratamentos e delineamento estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais, identificados por barbante colorido e plaquetas. Cada parcela foi composta de 54 plantas, totalizando 1296 plantas. Os tratamentos foram compostos de seis níveis de salinidade da água de irrigação (S), denominados de S₁, S₂, S₃, S₄, S₅ e S₆, correspondendo às condutividades elétricas de 0,5, 1,5, 2,5, 3,5, 4,5 e 5,5 dS m^{-1} , sobre a formação de mudas de gravioleira.

3.6. Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado e conduzido em condição de viveiro, protegido no teto por cobertura plástica e sombrite de 50 % de luminosidade.

O substrato depois de preparado foi colocado em tubetes plásticos de dimensões 19 cm de altura e 6,3 cm de diâmetro, com uma capacidade de 288 cm³. Estes foram colocados em bandejas próprias com capacidade para 54 tubetes cada e, posteriormente, instalados sobre estruturas metálicas a 0,8 m de altura. Cada bancada continha seis unidades experimentais, afastadas 10 cm uma da outra.

O substrato, já nos tubetes, sofreu 14 lavagens com 2000 mL de água do respectivo tratamento, por bandeja, em cada aplicação, de forma a se obter uma condutividade elétrica da água de drenagem próxima a do tratamento que estava sendo aplicado.

As sementes passaram por uma criteriosa seleção, eliminando-se as defeituosas, as com indícios de fungos, ataques de insetos e danos mecânicos, além de uma criteriosa seleção com base no peso, onde foi escolhido, para o semeio, sementes com peso superior a 0,400 g por proporcionar maior eficácia na germinação (Costa et al., 2000). As sementes foram, ainda, submetidas a um tratamento de quebra de dormência, com imersão em vinagre de álcool por 15 minutos (Costa et al., 2000). O semeio foi realizado no dia 15/02/2001, sendo semeadas de forma equidistante três sementes por tubete, na profundidade de 2 cm e posição vertical com o hilo voltado para baixo (Calzavara & Muller, 1987). Após a semeadura, efetuou-se uma irrigação com aproximadamente 25 mL/tubete com a água do respectivo tratamento.

Irrigou-se, diariamente, com regadores de 5 L de capacidade, em uma única aplicação ao final de cada tarde. O volume de irrigação foi calculado de forma a se obter, aproximadamente, 40 % de drenagem até a enxertia e 50 % pós-enxertia, para favorecer o crescimento e desenvolvimento das mudas e lavar o excesso de sais do substrato. Após a enxertia, o volume de drenagem foi aumentado visando uma maior lavagem dos sais contidos no substrato.

Foram efetuadas adubações foliares, quinzenalmente, a partir do dia 28/03/2001, de modo a terem as plantas níveis satisfatórios de crescimento e desenvolvimento, seguindo as normas de produção de mudas do CEP. As adubações foram

efetuadas com um produto contendo macro e micronutrientes na dosagem de 0,5 %, usando-se em cada aplicação, 400mL/bandeja (cerca de 7,4 mL por tubete). Na Tabela A₁, em anexo, encontra-se a composição mineralógica do adubo foliar.

O controle fitossanitário realizado foi à base de BENLATE 500 (fungicida sistêmico) e SUMITHION (inseticida), aplicados sempre que surgiam os primeiros sintomas nas mudas. As pulverizações foram feitas sempre ao final da tarde com pulverizador costal manual.

Para coleta da água de drenagem, foi conectado recipientes plásticos com capacidade de 2 L na extremidade inferior do tubete para coleta da lâmina de lixiviação. Foram colocados seis recipientes por parcela experimental.

O transplântio foi efetuado aos 17 dias após a emergência da primeira plântula do respectivo tratamento (DAE) dentro da própria parcela, somente nos tubetes onde não houve germinação. Realizou-se o desbaste aos 22 DAE, deixando-se a planta mais vigorosa em cada tubete. A operação foi realizada, cortando-se com o auxílio de uma tesoura, a haste da planta rente ao nível do solo, no tubete.

Aos 80 dias após o semeio (aproximadamente 20 dias antes da enxertia), as plantas de todos os tratamentos foram colocadas a pleno sol, para que atingissem um maior diâmetro do caule, visto que o sombrite e as condições ambientais resultavam em maior alongamento das plantas.

3.7. Variáveis analisadas por etapas

3.7.1. Etapa I – Germinação

A germinação foi avaliada mediante contagem diária do número de plântulas de gravioleira emergidas, usando-se como critério a emergência do epicótilo na superfície do tubete (Brasil, 1992). Foi avaliado o número de dias para as plântulas emergirem (DPE) e a percentagem de germinação (PG - número de sementes emergidas em relação ao número de sementes semeadas). Essa última, foi avaliada com alternância de 5 dias de uma avaliação para outra. Devido à salinidade normalmente atrasar a germinação, o período de avaliação se estendeu por 35 dias após emergência da primeira plântula (DAE) do respectivo tratamento,

visto não existir na literatura um período oficial de avaliação desta variável. Foi utilizado o termo “dias após a emergência da primeira plântula – DAE” como indicativo da data de realização das avaliações do trabalho, pois devido a salinidade normalmente atrasar a germinação, os tratamentos submetidos a maiores CEa seriam mais prejudicados no ato das avaliações.

O índice de velocidade de emergência (IVE), foi determinado aos 30 DAE, com base em contagens diárias do número de plântulas emergidas, empregando-se a equação contida em Vieira & Carvalho (1994).

$$IVE = \frac{e_1}{N_1} + \frac{e_2}{N_2} + \dots + \frac{e_n}{N_n} \quad \dots \text{(eq. 2)}$$

onde:

IVE – índice de velocidade de emergência (plântulas emergidas.dia⁻¹);

e_n – número de plantas normais emergidas, computadas no dia “n” após a semeadura;

N_n – número de dias da semeadura à primeira, segunda, até a última contagem.

3.7.2. Etapa II – Formação do porta-enxerto

O crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto de gravioleira, sob condições de estresse salino, foram avaliados aos 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula do respectivo tratamento; apenas as variáveis, número de folha, altura de planta e diâmetro do caule, passaram por uma terceira avaliação, realizada aos 65 DAE, e o teor de água na folha e no caule foram analisados apenas aos 80 DAE. Em cada avaliação, foram utilizadas quatro plântulas por repetição.

Variáveis de crescimento

A contagem do número de folhas (NF) foi realizada considerando-se as que estavam com o limbo totalmente aberto. A altura de planta (AP) foi obtida por mensuração do colo à base da folha mais nova, recentemente aberta. O diâmetro do caule (DC) foi determinado, com auxílio de paquímetro, aos 7 cm do colo da planta. Para avaliação da área

foliar (AF), utilizou-se um medidor eletrônico de área foliar, com esteira, modelo “LI-3000 A”.

Na avaliação da fitomassa verde da parte aérea (FVA), as plantas foram cortadas rente à superfície do solo (colo da planta) com pesagem imediata de sua parte aérea. As raízes foram devidamente separadas do solo e, em seguida, a fitomassa aérea e radicular foram postas para secagem em estufa de circulação forçada de ar quente, à temperatura de 65° C até peso constante, obtendo-se a fitomassa seca da parte aérea (FSA) e fitomassa seca das raízes (FSR). Posteriormente, foi obtido a fitomassa seca total (FST) de cada planta.

Teor de água na folha (TAF) e no caule (TAC)

Por diferença entre o peso da matéria fresca e da matéria seca, determinou-se o TAF e o TAC, expressos em porcentagem sobre o peso fresco, aos 80 DAE. Na obtenção da fitomassa fresca, as folhas foram destacadas da planta e imediatamente pesadas, repetindo-se a operação, logo em seguida, com o caule em balança de precisão de 0,01 g. O TAF e o TAC foram calculados de acordo com as equações seguintes, contidas em Cairo (1995):

$$TAF = \frac{PF_f - PS_f}{PF_f} \times 100 \quad \dots \text{(eq. 3)}$$

$$TAC = \frac{PF_c - PS_c}{PF_c} \times 100 \quad \dots \text{(eq. 4)}$$

onde:

PF – peso fresco das folhas no tempo t, em g;

PS – peso seco das folhas no tempo t, em g;

f e c – índice de folha e caule.

Variáveis fisiológicas

A partir dos dados de matéria seca, obtida nas avaliações, foram calculados os seguintes índices fisiológicos:

Taxa de crescimento absoluto (TCA)

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. Pode ser calculada através da seguinte equação (Benincasa, 1988):

$$TCA = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{g dia}^{-1}) \quad \dots (\text{eq. 5})$$

onde:

P_1 – peso da matéria seca total no tempo t_1 , em mg;

P_2 – peso da matéria seca total no tempo t_2 , em mg.

Taxa de crescimento relativo (TCR)

Segundo Hunt (1982), a TCR expressa a unidade de material produzido por unidade de material preexistente, durante um intervalo de tempo. Para Briggs et al. (1920), a TCR é a medida mais apropriada para a avaliação de crescimento vegetal porque é dependente do material que está sendo acumulado. Pode ser calculada pela seguinte equação, contida em Medeiros et al., (1990):

$$TCR = \frac{TCA}{MS} \quad (\text{mg mg}^{-1} \text{ dia}^{-1} \text{ ou } \text{mg mg}^{-1} \text{ semana}^{-1}) \quad \dots (\text{eq. 6})$$

onde:

TCA – taxa de crescimento absoluto, em g dia^{-1} ;

MS – matéria seca no início do período, em g.

Razão de área foliar (RAF)

A RAF foi determinada partindo-se de dados de área foliar e de matéria seca resultante da fotossíntese, de acordo com a equação contida em Ferri (1985), a seguir:

$$RAF = \frac{AF}{FST} \quad (\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}) \quad \dots (\text{eq. 7})$$

Taxa de assimilação líquida (TAL)

A TAL foi determinada 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 indica o modelo a seguir, apresentado por Ferri (1985):

$$TAL = \frac{TCR}{RAF} \quad (\text{mg cm}^2 \text{ dia}^{-1}) \quad \dots (\text{eq. 8})$$

Relação raiz/parte aérea (R/PA)

De acordo com Magalhães (1979), é importante se conhecer como a matéria orgânica se distribui pelos órgãos da planta. Um exemplo dessa relação “alométrica” é obtido pelo “quociente entre a fitomassa das raízes e da parte aérea da planta” (R/PA). Conforme o autor, essa relação é de 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 a estresse hídrico e salino para análise do comportamento da planta sob condições de estresse.

$$R/PA = \frac{F_R}{F_{PA}} \quad \dots (\text{eq. 9})$$

onde:

F_R – fitomassa do sistema radicular;

F_{PA} – fitomassa da parte aérea.

Plantas aptas à enxertia (PAE)

A avaliação das plantas aptas à enxertia foi realizada aos 80 dias após a emergência da primeira plântula, sendo consideradas as seguintes características: haste única e ereta, com um mínimo de oito folhas verdes maduras, altura mínima de 15 cm, livre de pragas, doenças e ervas daninhas (Chaves et al., 2000). O diâmetro indicado pela EMBRAPA para realização da enxertia é de 0,4 a 0,5 cm, mas com base nos bons resultados obtidos em um pré-ensaio, realizado antes da enxertia e, ainda, por recomendação de enxertadores da Embrapa Agroindústria Tropical, decidiu-se enxertar as plantas que apresentassem diâmetro

acima de 0,35 cm. O método foi o de garfagem em fenda lateral, normalmente utilizado pela Embrapa Agroindústria Tropical.

Os garfos (enxertos) foram retirados de ramo vegetativo no momento da enxertia, desfolhados, deixando-se apenas a base dos pecíolos, com diâmetro aproximadamente igual ao do porta-enxerto, medindo de 15 a 20 cm de comprimento e reduzido para 8 a 10 cm no ato da enxertia (Chaves et al, 2000). Antes da enxertia, os garfos foram submetidos a um tratamento fitossanitário, com imersão por 30 minutos em solução de Benlate 500.

3.7.3. Etapa III – Formação do enxerto

Os enxerto foram avaliados com base nas seguintes variáveis:

Número de enxertos vivos (NEV)

Foi analisado em duas épocas, aos 25 e 50 dias após a enxertia (DEX), sendo considerados vivos aqueles com brotação do garfo.

Variáveis de crescimento e desenvolvimento do enxerto

Aos 50 DEX foram avaliados: número de folha (NF), altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST), teor de água da folha (TAF) e do caule (TAC), razão de área foliar (RAF) e relação raiz/parte aérea (R/PA). A metodologia de determinação dessas variáveis foi a mesma usada nas avaliações do porta-enxerto.

3.8. Condutividade elétrica e volume da água de drenagem (CEad)

A cada três dias, media-se o volume drenado e se determinava a condutividade elétrica da água de drenagem (CEad) em cujos dados se baseava o cálculo de fração de lixiviação (FL) e fator de concentração (FC), bem como o volume médio de água consumido pela planta (CA). Para facilitar a determinação do CA, no momento da irrigação, foi colocado um recipiente abaixo da bandeja de tubetes, para coletar o volume de água que caia fora dos

mesmos. A condutividade foi determinada com um condutivímetro portátil modelo “C 62”, com seus resultados expressos em dS m^{-1} .

3.9. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância simples e teste “F”, aos níveis de 5 e 1 % de probabilidade desdobrando-se os graus de liberdade relativos a salinidade em componentes de regressão. Quando necessário, aplicou-se o teste de Tukey ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$ de probabilidade) para comparação de médias (Gomes, 1990; Ferreira, 1991; Santos et al., 1998).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ETAPA I – Germinação

4.1.1. Percentagem de germinação

Verifica-se, pelo resumo da análise de variância dos dados (Tabela 8) referentes à percentagem de germinação (PG) ter havido efeito significativo da salinidade da água de irrigação aos 25, 30, 35 e 40 dias após semeadura (DAS). Nas três últimas avaliações (45, 50 e 55 DAS) não foram constatados efeitos de salinidade. A gravioleira germinou bem (acima de 73 %) em todos os níveis de salinidade, embora, os níveis altos (S_5 e S_6) afetaram mais a germinação até 35 DAS, recuperando-se nas avaliações posteriores. A análise de regressão revelou efeito linear nas avaliações realizadas aos 25, 40 e 45 DAS e quadrática em 30 e 35 DAS, em função da salinidade.

Conforme as equações obtidas (Figura 1), na primeira avaliação, ocorreu decréscimo relativo da PG a partir de S_1 por aumento unitário da CEa de 14,60 %. Na segunda avaliação (30 DAS), também ocorreu decréscimos sendo de 5,22, 13,80, 25,73, 41,01 e 59,65 % para S_2 , S_3 , S_4 , S_5 e S_6 respectivamente, comparados com S_1 . Aos 35 DAS nota-se haver incremento relativo da PG de 2,33 e 0,31 % para S_2 e S_3 com decréscimos, em seguida, até 31,87 % referente ao último nível de salinidade, comparados ao S_1 . Aos 40 DAS, foi bem menor a variação da germinação entre os níveis, com decréscimo relativo de 2,82 e 14,09 % em S_2 e S_6 , respectivamente. Aos 45 DAS os decréscimos relativos a S_1 , foram ainda menores: 1,63 (S_2), 3,26 (S_3), 4,89 (S_4), 6,53 (S_5) e 8,16 % (S_6).

De acordo com Rhoades & Loveday (1990), o efeito prejudicial da salinidade sobre a germinação deve-se à diminuição da absorção de água pelas sementes, em função da diminuição do potencial osmótico da solução do solo, bem como à absorção de íons, afetando

vários processos fisiológicos, relacionados à germinação. Também os baixos índices de germinação são justificados pela perda natural do poder germinativo devido à condição de semente recalcitrante (Pinto & Silva, 1994). Com base nos dados apresentados (Tabela 8), nota-se que o efeito osmótico foi mais severo nas primeiras avaliações, com posterior recuperação, principalmente nos tratamentos mais salinos. Embora baixo no início, nos tratamentos mais salinos houve recuperação da germinação com o passar dos dias, tempo necessário para embebição das sementes e desenvolvimento do embrião.

O incremento da salinidade proporcionou redução da PG em todos as avaliações, contudo os percentuais de germinação, média de todos os níveis de sais (Tabela 8), foram de 69,24, 73,24, 75,16 e 76,07% nas quatro últimas contagens (40, 45, 50 e 55 DAS), superiores ao melhor resultado encontrado por Santos (1998) que foi de 56,24%, Silva (1997) 51,45 % e Costa et al. (2000) 62% para a mesma cultura.

Santos (1998) trabalhando com gravioleira, verificou redução do percentual de germinação com o incremento da salinidade da água de irrigação, variando de 56,24 a 47,83% entre os níveis salinos 0,27 e 2,60 dS m⁻¹. Pelas médias observadas (Tabela 8), nota-se uma tendência na gravioleira de diminuição da germinação, proporcional ao incremento da salinidade, em todas as avaliações.

4.1.2. Dias para emergência

De acordo com os valores contidos na Tabela 8, observa-se que a salinidade da água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) o número de dias para emergência (DPE).

O efeito da salinidade sobre a duração do período de germinação foi linear e crescente, ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 8). Como pode ser visto no modelo matemático obtido (Figura 2), as taxas de incremento relativo no DPE por aumento unitário da CEa foram de 2,57, 5,15, 7,72, 10,30 e 12,87%, para S₂, S₃, S₄, S₅ e S₆, respectivamente (comparados a S₁). O decréscimo do potencial osmótico da solução do solo, provocada pela salinidade da água de irrigação, principalmente aos níveis 3,5, 4,5 e 5,5 dS m⁻¹ afetou o processo de absorção de água das sementes de gravioleira e que esse efeito foi marcante nas três primeiras avaliações de germinação, aumentando com isso o número de dias para as sementes germinarem.

Tabela 8. Resumo de ANOVA e médias para percentagem de germinação (PG) da gravioleira aos 25, 30, 35, 40, 45, 50 e 55 dias após a semeadura (DAS), bem como, do número de dias para emergência (DPE) e do índice de velocidade de emergência (IVE) aos 55 DAS sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).

Causa de variância	Percentagem de germinação (PG)							DPE	IVE
	Épocas de avaliação (DAS)								
	25	30	35	40	45	50	55		
Quadrados Médios									
Salinidade(S)	252,33 ^{***}	694,58 ^{***}	337,53 ^{***}	82,72 [*]	32,14 ^{ns}	21,97 ^{ns}	14,12 ^{ns}	10,29 ^{***}	0,65 ^{***}
Reg. Linear	1207,36 ^{***}	3294,79 ^{***}	1306,84 ^{***}	308,39 ^{***}	108,60 [*]	76,82 ^{ns}	42,49 ^{ns}	46,41 ^{***}	2,91 ^{***}
Reg. Quadr.	14,77 ^{ns}	138,95 ^{***}	325,64 ^{***}	70,91 ^{ns}	34,11 ^{ns}	13,67 ^{ns}	11,18 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Reg. Cúbica	25,19 ^{ns}	36,86 ^{ns}	10,35 ^{ns}	4,67 ^{ns}	3,81 ^{ns}	8,97 ^{ns}	11,41 ^{ns}	1,15 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Desv. Reg.	7,17 ^{ns}	1,15 ^{ns}	22,42 ^{ns}	14,81 ^{ns}	7,32 ^{ns}	5,83 ^{ns}	2,94 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Bloco	146,43 ^{***}	164,15 ^{***}	160,12 ^{***}	51,67 ^{ns}	33,35 ^{ns}	36,25 ^{ns}	33,04 ^{ns}	6,18 [*]	0,25 [*]
Residuo	21,39	14,46	27,06	19,29	16,55	20,00	16,73	1,45	0,07
CV (%)	25,62	8,73	8,40	6,24	5,55	5,95	5,57	3,58	6,20
Médias									
	%							nº	Emeg. Dia ⁻¹
Salinidade									
S ₁ (0,5dS m ⁻¹)	26,54	56,33	66,68	71,45	74,07	75,93	76,27	31,86	4,54
S ₂ (1,5dS m ⁻¹)	25,31	56,33	71,76	74,23	76,86	78,55	79,02	32,16	4,67
S ₃ (2,5dS m ⁻¹)	22,84	50,00	67,90	72,53	75,00	76,54	77,16	33,60	4,46
S ₄ (3,5dS m ⁻¹)	14,82	42,29	61,42	67,90	72,62	74,10	75,51	33,98	4,17
S ₅ (4,5dS m ⁻¹)	11,42	32,10	57,72	67,75	72,38	74,08	74,85	34,10	3,83
S ₆ (5,5dS m ⁻¹)	7,41	24,38	46,14	61,57	68,52	71,76	73,61	36,32	3,68

(^{*}) significativo a 0,05 e (^{***}) a 0,01 de probabilidade; (^{ns}) não significativo.

Ocorreu incremento do número de dias para a emergência das plântulas por aumento da CEa, variando de 31,86 a 36,32 entre S₁ e S₆ respectivamente, estando estes valores dentro do período citado por Calzavara & Muller (1987) e Pinto & Silva (1994). Santos (1998) também constatou variação no DPE, estudando o efeito de níveis de salinidade da água de irrigação sobre a produção de mudas de pé franco de gravioleira mostrando haver uma tendência de aumento no DPE de 30,53 para 35,20 com a elevação da CEa de 0,27 a 2,60 dS m⁻¹.

Esses resultados estão de acordo com vários trabalhos envolvendo o algodoeiro, mostrando que a germinação é retardada ou mesmo impedida pela presença de sais solúveis no substrato (Soares, 1985; Santos, 1985; Oliveira et al., 1998).

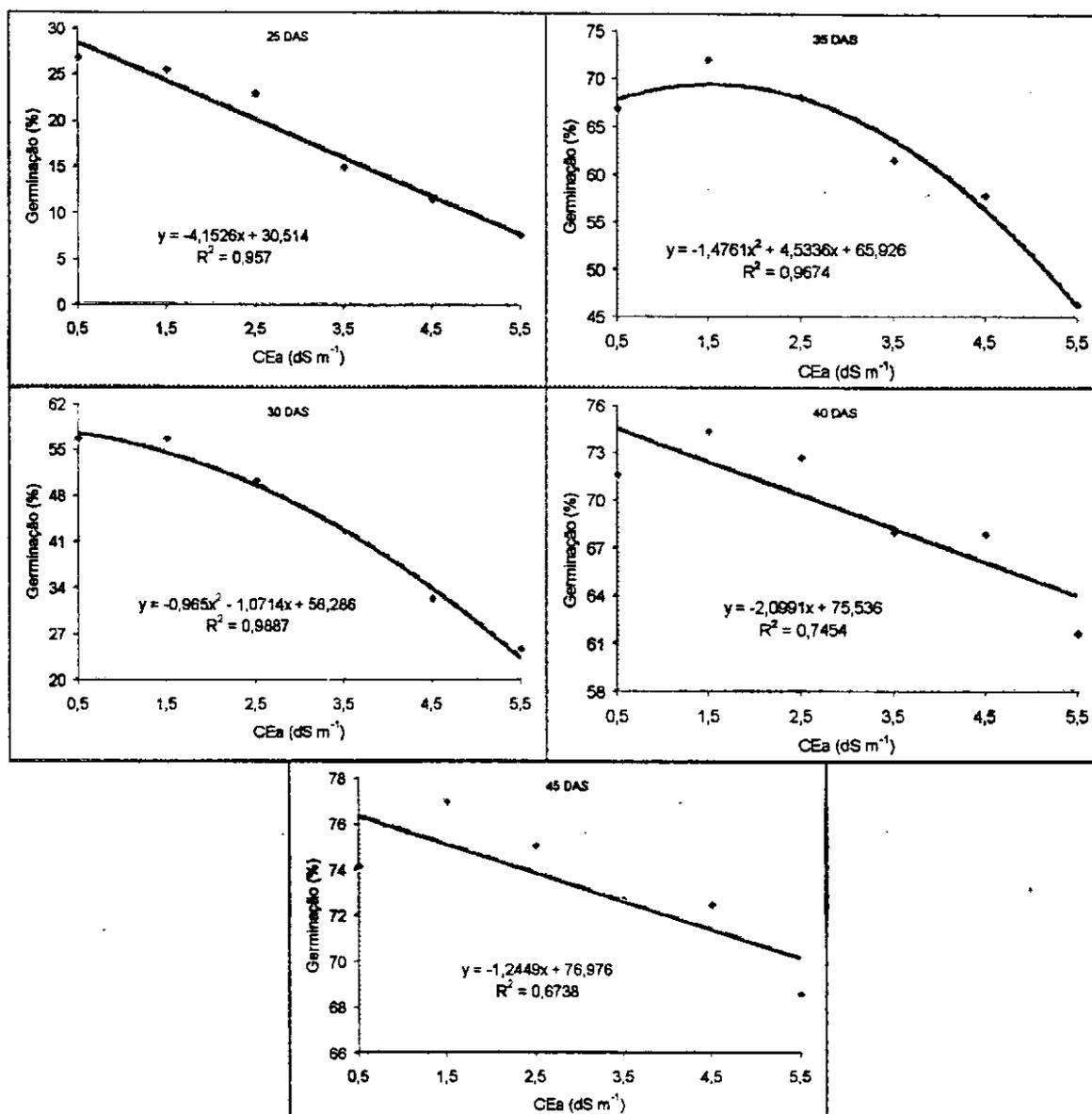


Figura 1. Percentagem de germinação (PG) aos 25, 30, 35, 40 e 45 dias após a sementeira (DAS) da gravioleira em função da salinidade da água de irrigação.

4.1.3. Índice de velocidade de emergência

Os dados da análise de variância e médias relacionadas ao índice de velocidade de emergência (IVE) estão contidos na Tabela 8. Verifica-se que a velocidade de emergência das plântulas de gravioleira foi afetada, significativamente ($p < 0,01$), pelos níveis de sais da água de irrigação, evidenciando-se que a adição de sais retarda a emergência das plântulas. Pela análise de regressão observa-se ter sido linear o efeito da salinidade.

De acordo com o modelo matemático obtido, aos 55 DAS (Figura 2), houve decréscimo da velocidade de emergência por aumento unitário da salinidade da água de irrigação de 4,30 (S₂), 8,61 (S₃), 12,91 (S₄), 17,21 (S₅) e 21,52% (S₆), comparados a S₁.

Os íons reduzem o potencial osmótico da solução do solo, proporcionando com isso o retardamento do tempo de embebição das sementes, e conseqüentemente, da emergência das plântulas (Prisco et al., 1975), fato esse, observado no presente trabalho. Outros autores têm constatado comportamento semelhante, como no caso da algarobeira (Perez & Moraes, 1994), leucena (Cavalcante & Perez, 1995; Nóbrega Neto et al., 1999), gravioleira (Silva, 1997), e alface (Viana, 2000), entre outros. Em geral, tanto halófitas (Ungar, 1978; Haradine, 1982) como glicófitas (Rijven & Parkash, 1970; Varshney & Bajjal, 1977) respondem de maneira semelhante ao estresse salino, ou seja, a percentagem e a velocidade de emergência são inversamente proporcionais ao aumento da salinidade, variando apenas o limite máximo de tolerância ao sal.

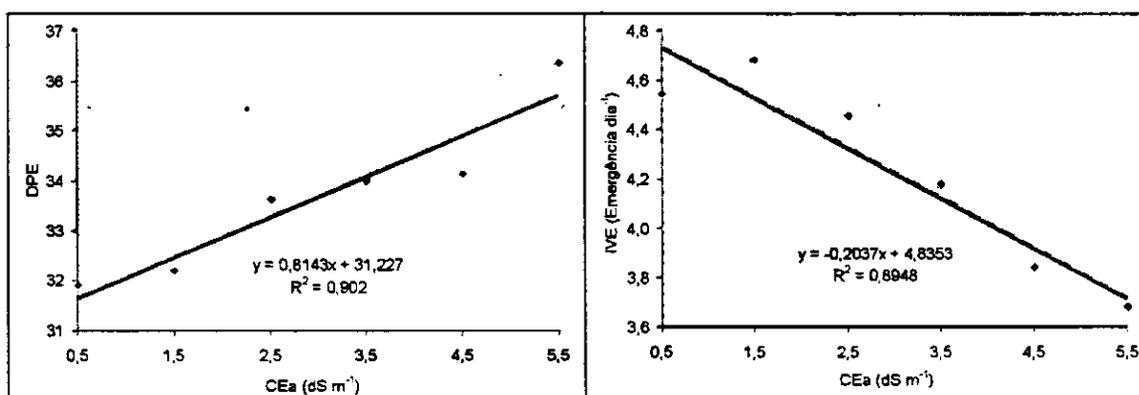


Figura 2. Número de dias para emergência (DPE) e índice de velocidade de emergência (IVE) da gravioleira, em função da salinidade da água de irrigação, aos 55 dias após a semeadura (DAS).

4.2. ETAPA II – Formação do porta-enxerto

4.2.1. Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule.

As análises de variância e os dados médios observados para as variáveis de crescimento, número de folhas, altura de plantas e diâmetro do caule, em avaliação realizada aos 40, 65 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE) do respectivo tratamento, estão resumidos na Tabela 9.

- Número de folhas (NF)

Na formação de porta-enxerto, os níveis de salinidade afetaram significativamente em nível de 0,01 de probabilidade, o número de folhas nas três épocas avaliadas. Conforme estudos de regressão, o efeito foi quadrático aos 65 DAE e linear para as outras datas de avaliações (Figura 3). Com base nas médias apresentadas na Tabela 9, observa-se que ao longo do desenvolvimento do trabalho, o efeito da salinidade intensificou-se, ocorrendo os seguintes decréscimos relativos por aumento da CEa, entre S₁ e S₆, de 46,42% (40 DAE), 69,72% (65 DAE) e 77,33% (80 DAE). Oliveira (1991) e Silva (1997) trabalhando com gravioleira observaram igualmente que o incremento no nível de salinidade, provoca redução no NF. Santos (1998), trabalhando também com gravioleira, só encontrou diminuição a partir de 0,98 dS m⁻¹ aos 132 DAS.

O efeito osmótico induz a deficiência hídrica nas plantas, podendo ocorrer alterações morfológicas e anatômicas nas mesmas como medida para absorver água e reduzir a taxa de transpiração. Dentre as mudanças morfológicas, destaca-se a redução do tamanho e do número de folhas (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1989).

- Altura de plantas (AP)

Houve efeito significativo ($p < 0,01$) dos níveis salinos da água de irrigação sobre a altura das plantas nas três épocas de avaliação (Tabela 9). Observa-se ser a cultivar sensível à salinidade da água de irrigação, reduzindo a altura a partir dos níveis mais baixos de CEa. De acordo com os estudos de regressão (Tabela 9), verifica-se ter sido quadrático o efeito da salinidade sobre esta variável nas épocas estudadas (40, 65 e 80 DAE), ao nível de $p < 0,05$ para as duas primeiras e $p < 0,01$ para a última época de avaliação. Segundo os modelos matemáticos obtidos (Figura 3), os decréscimos relativos por aumento da CEa, entre S₁ e S₆, foram de 40,43, 58,27 e 58,62% aos 40, 65 e 80 DAE, respectivamente. Pelos coeficientes de determinação (R^2), constata-se alto grau de associação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e a altura das plantas (Figura 3), mostrando ser esta variável, muito afetada pelos sais. Convém lembrar que, aos 65 DAE, a altura média das plantas do tratamento S₆ foi ligeiramente inferior a dos 40 DAE, talvez, devido a variação entre as plantas existentes na época de amostragem. Outros autores também encontraram esta associação entre CEa e AP, como Oliveira et al. (1998) (algodoeiro herbáceo), Carneiro (2001) (cajueiro anão-precoce).

Para Hayward & Wadleigh (1949) e Ayers & Westcot (1991), o aumento da pressão osmótica do substrato atua de forma negativa sobre o processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, tendo como consequência a redução no crescimento e desenvolvimento da cultura.

Tabela 9. Resumo de ANAVA e médias para número de folhas (NF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) da gravioleira, aos 40, 65 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).

Causa de variância	NF	AP	DC	NF	AP	DC	NF	AP	DC
	40 DAE			65 DAE			80 DAE		
Quadrados Médios									
Salinidade (S)	5,097 ^{**}	25,87 ^{**}	0,0027 ^{**}	32,44 ^{**}	108,78 ^{**}	0,0108 ^{**}	74,03 ^{**}	177,51 ^{**}	0,0210 ^{**}
Reg. Linear	25,410 ^{**}	125,28 ^{**}	0,0130 ^{**}	155,88 ^{**}	539,60 ^{**}	0,0535 ^{**}	354,18 ^{**}	866,80 ^{**}	0,1026 ^{**}
Reg. Quadr.	0,040 ^{**}	1,70 [*]	0,0001 ^{**}	4,78 ^{**}	3,76 [*]	0,0001 ^{**}	1,11 ^{**}	15,19 ^{**}	0,0004 ^{**}
Reg. Cúbica	0,005 ^{**}	0,32 ^{**}	0,0000 ^{**}	1,34 ^{**}	0,05 ^{**}	0,0001 ^{**}	2,10 ^{**}	1,32 ^{**}	0,0003 ^{**}
Desv. Reg.	0,004 ^{**}	1,03 ^{**}	0,0001 ^{**}	0,10 ^{**}	0,25 ^{**}	0,0001 ^{**}	6,37 [*]	2,25 ^{**}	0,0008 ^{**}
Bloco	0,201 ^{**}	0,95 ^{**}	0,0002 ^{**}	0,40 ^{**}	1,95 [*]	0,0003 ^{**}	0,95 ^{**}	4,69 [*]	0,0007 ^{**}
Resíduo	0,144	0,33	0,0001	0,31	0,49	0,0001	1,17	0,94	0,0002
CV (%)	7,57	4,44	4,54	7,35	4,27	4,25	12,13	4,81	5,35
Médias									
	nº	cm	cm	nº	cm	cm	nº	cm	cm
Salinidade									
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	6,480	16,463	0,235	10,521	23,825	0,315	13,896	29,700	0,396
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	5,875	14,930	0,218	10,125	20,525	0,275	12,813	25,650	0,349
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	5,375	13,045	0,200	9,000	17,038	0,255	11,063	21,438	0,310
S ₄ (3,5 dS m ⁻¹)	4,750	12,333	0,195	7,250	14,750	0,228	6,500	16,613	0,259
S ₅ (4,5 dS m ⁻¹)	4,125	10,223	0,173	5,000	12,094	0,198	6,250	14,975	0,253
S ₆ (5,5 dS m ⁻¹)	3,438	10,065	0,168	3,500	9,906	0,173	3,000	12,438	0,197

(*) significativo a 0,05 e (**) a 0,01 de probabilidade; (***) não significativo.

Trabalhando com produção de mudas de gravioleira tipo Morada, em sacos de polietileno, Santos (1998) observou também decréscimo aos 97 DAS da altura de plantas em função da CEa, apesar de não apresentar efeito significativo entre os tratamentos. Nesse período, as plantas tinham altura média de 9,12 e 7,04 cm para CEa de 0,27 e 2,6 dS m⁻¹, respectivamente. No presente trabalho, aos 80 DAE, obteve-se alturas médias de planta de 29,70 e 12,44 cm para CEa de 0,50 e 5,5 dS m⁻¹, respectivamente, demonstrando-se com isso, que as mudas produzidas em tubetes são mais tolerantes à salinidade, desenvolvendo-se muito mais em relação ao obtido por aquele autor.

- Diâmetro do caule (DC)

Resultados da análise estatística quanto ao diâmetro do caule estão na Tabela 9, verificando-se efeito significativo ($p < 0,01$) do fator salinidade, nas três épocas de avaliação.

Pelos estudos de regressão, observa-se ter sido linear o efeito da salinidade sobre o diâmetro do caule, aos 40, 65 e 80 DAE, ao nível de $p < 0,01$. De acordo com os modelos matemáticos obtidos (Figura 3), nas épocas de avaliação, o diâmetro decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, havendo decréscimos relativos entre S_1 e S_6 de 29,30, 44,71 e 48,94 % aos 40, 65 e 80 DAE, respectivamente. Portanto, o diâmetro do caule foi mais afetado no período compreendido entre 40 e 65 DAE do que entre 65 e 80 DAE, indicando, possivelmente, uma adaptação da planta ao estresse salino, ao longo do tempo. Porém, aos 80 DAE o efeito da salinidade foi maior do que aos 40 DAE.

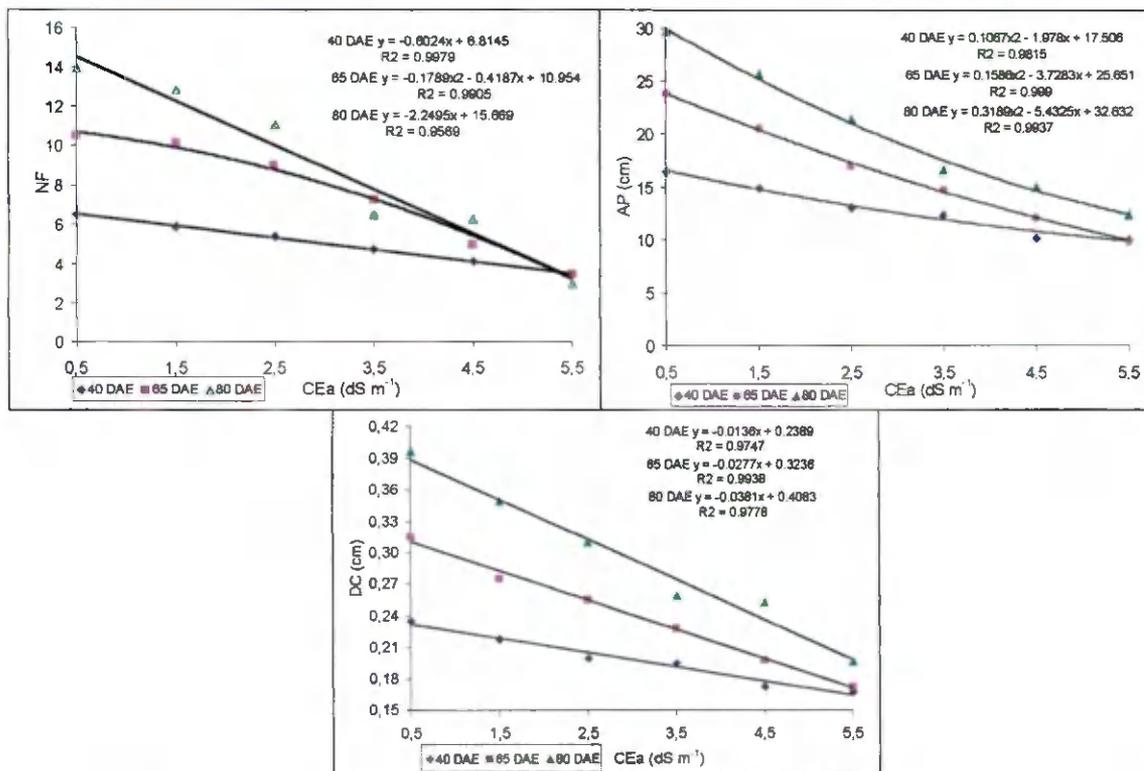


Figura 3. Número de folha (NF), altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) da gravioleira aos 40, 65 e 80 dias após a emergência da primeira plântula do respectivo tratamento (DAE), em função da salinidade da água de irrigação.

Observa-se, através das médias dos vários tratamentos (Tabela 9), mediante análise de variância, ao nível de $p < 0,01$, uma variação aos 80 DAE quanto ao diâmetro do caule para os níveis 0,5 e 4,5 $dS m^{-1}$ de 0,396 e 0,253 cm, respectivamente. Estes valores superam aos relatados por Santos (1998) para a mesma espécie, que obteve aos 132 DAS os diâmetros de 0,290 e 0,242 cm para os níveis salinos de 0,27 e 1,99 $dS m^{-1}$. Possivelmente,

essa diferença de resultados deve-se a uma maior tolerância da cultura quando cultivada em tubetes, técnica não utilizada pelo autor citado.

4.2.2. Fitomassa

Como pode ser visto nos dados apresentados na Tabela 10, a salinidade afetou significativamente ($p < 0,01$) o desenvolvimento das plantas aos 40 e 80 DAE, em termos de fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST).

- Fitomassa verde e seca da parte aérea

Conforme estudos de regressão para FVA (Tabela 10), verifica-se efeito quadrático e decrescente da salinidade, ocorrendo reduções em relação a S_1 de 19,70, 36,64, 50,82, 62,23 e 70,87% aos 40 DAE e 23,35, 51,62, 69,80, 82,89 e 90,89% aos 80 DAE, nos níveis S_2 , S_3 , S_4 , S_5 e S_6 respectivamente. Observa-se, com base nos decréscimos, que as plantas tendem a reduzir sua FVA a cada incremento da salinidade da água e do tempo de exposição ao respectivo tratamento, sendo que, aos 80 DAE a redução supera os 50% a partir de 2,5 dS m^{-1} . As curvas de regressão, significativas ao nível de $p < 0,05$ e $p < 0,01$, para a primeira e segunda data de avaliação, respectivamente, encontram-se na Figura 4.

A exemplo do ocorrido para FVA, os níveis salinos afetaram a produção de matéria seca da parte aérea (FSA). De acordo com as curvas de regressão contidas na Figura 4, o modelo matemático de melhor ajuste para o efeito da salinidade sobre a FSA foi quadrático e decrescente ($p < 0,01$) nas duas épocas avaliadas, ocorrendo decrementos relativos de 23,98 e 70,83% aos 40 DAE e 39,95 e 93,54% aos 80 DAE para os níveis S_2 e S_6 respectivamente (comparados a S_1). Pelas médias obtidas (Tabela 10), constata-se que, apesar da influência da salinidade, as plantas aumentaram a acumulação de matéria seca da parte aérea, entre 40 e 80 DAE, em todos os níveis salinos.

Com base nos resultados de FVA e FSA, nota-se que a gravoieira tipo “Morada” em níveis crescentes de salinidade, teve sua tolerância reduzida nas fases posteriores à germinação (formação de porta-enxerto), constatando-se maior sensibilidade da cultura no decorrer de seu desenvolvimento. Vários autores têm reportado que a fitomassa da parte aérea decresce com o aumento da salinidade da água de irrigação, como Oliveira (1991)

estudando o desenvolvimento inicial de gravioleira sob níveis distintos de salinidade e Carneiro (2001), estudando o desenvolvimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce, irrigados com água de CE variando de 0,7 a 2,8 dS m⁻¹.

- Fitomassa seca de raiz e total

A fitomassa seca da raiz (FSR) foi afetada pela salinidade da água de irrigação, ao nível de $p < 0,01$ (Tabela 10) nas duas épocas de avaliação, sendo quadrático o efeito aos 40 DAE, segundo os estudos de regressão. Os decréscimos por aumento da CEa, em relação a S₁, na primeira avaliação, foram de 24,69, 42,55, 53,58, 57,78 e 55,14%, para S₂, S₃, S₄, S₅ e S₆, respectivamente. Aos 80 DAE, com base nos estudos de regressão (Figura 4), o efeito foi linear com decréscimo relativo de 15,93%, por incremento unitário da CEa; o decréscimo relativo estimado para o nível mais alto de salinidade (5,5 dS m⁻¹), foi de 79,66%. Meireles (1999) e Carneiro (2001) em pesquisas realizadas com cajueiro anão-precoce, observaram também a existência de diminuição para FSR, em função dos níveis salinos da água de irrigação.

Observa-se que o efeito da salinidade sobre a fitomassa seca da raiz comportou-se de maneira semelhante ao ocorrido com a FVA e FSA, ou seja, a medida em que houve incremento dos níveis salinos, ao longo do tempo, ocorreram reduções bastante acentuadas na produção de fitomassa da planta, denotando mais uma vez, a sensibilidade da cultura. No entanto, com base nos dados de regressão, nota-se que a salinidade inibiu menos o crescimento radicular do que o da parte aérea, nas duas épocas analisadas. Vários autores, trabalhando com espécies diferentes, relatam maior sensibilidade da parte aérea em condições de estresse salino (Maas & Hoffman, 1977; Shannon, 1979; Fageria, 1989), enquanto outros indicam ser mais sensível o sistema radicular (Amorim, 1994; Marinho, 1996; Souza, 1999).

O resumo da análise de variância para fitomassa seca total (FST) está também apresentado na Tabela 10, onde se observa que os níveis salinos influenciaram significativamente ($p < 0,01$) esta variável. Pelos modelos matemáticos e representações gráficas da Figura 4, observam-se semelhanças de efeito da salinidade sobre a FST em relação às outras variáveis envolvendo fitomassa, discutidas anteriormente, o que já era de se esperar.

Tabela 10. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST) da gravioleira, aos 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE).

Causa de variância	FVA	FSA	FSR	FST	FVA	FSA	FSR	FST
	40 DAE				80 DAE			
Quadrados Médios								
Salinidade (S)	1,704 **	0,0489 **	0,011 **	0,106 **	34,344 **	1,338 **	0,105 **	2,171 **
Reg. Linear	8,266 **	0,2275 **	0,045 **	0,475 **	162,632 **	6,311 **	0,509 **	10,401 **
Reg. Quadr.	0,168 *	0,0148 **	0,009 **	0,048 **	6,794 **	0,297 **	0,002 **	0,342 **
Reg. Cúbica	0,002 ns	0,0003 ns	0,002 ns	0,003 ns	1,787 ns	0,013 ns	0,009 ns	0,043 ns
Desv. Reg.	0,042 ns	0,0010 ns	0,001 ns	0,002 ns	3,459 ns	0,035 ns	0,003 ns	0,035 ns
Bloco	0,014 ns	0,0002 ns	0,001 ns	0,002 ns	0,582 ns	0,024 ns	0,002 ns	0,036 ns
Resíduo	0,020	0,0005	0,001	0,001	0,263	0,017	0,002	0,029
CV (%)	9,70	9,73	16,99	10,08	13,28	17,89	14,31	16,31
Médias								
g								
Salinidade								
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	2,420	0,407	0,242	0,648	8,221	1,597	0,536	2,132
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	1,959	0,307	0,155	0,461	6,225	1,182	0,446	1,629
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	1,490	0,216	0,135	0,351	4,368	0,815	0,395	1,209
S ₄ (3,5 dS m ⁻¹)	1,292	0,192	0,117	0,308	1,935	0,343	0,259	0,601
S ₅ (4,5 dS m ⁻¹)	0,823	0,130	0,101	0,231	1,646	0,291	0,153	0,444
S ₆ (5,5 dS m ⁻¹)	0,736	0,118	0,100	0,218	0,785	0,124	0,143	0,266

(*) significativo a 0,05 e (**) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo.

Verifica-se, através dos dados obtidos na análise de regressão significativa ($p < 0,01$) um efeito quadrático dentro das duas épocas. Baseados nos modelos matemáticos, constata-se que o aumento da salinidade afetou a FST e que os decréscimos, relativos a S₁, foram de 24,23, 42,86, 55,87, 63,28 e 65,08 % aos 40 DAE e 26,58, 48,75, 66,50, 79,84 e 88,76 % aos 80 DAE, respectivamente, para S₂, S₃, S₄, S₅ e S₆. Vale salientar, que no nível mais salino (S₆), o aumento da FST foi principalmente devido ao aumento da FSR, enquanto nos outros níveis ocorreu em função da FSA.

Com base nas médias da FST (Tabela 10), constata-se terem as plantas acumulado matéria seca entre os dois períodos de avaliação em todos os níveis salinos, sendo que, os decréscimos em relação a S₁ foi aumentando com o tempo; assim como para as outras variáveis, o efeito prejudicial da salinidade da água aumentou muito, ficando caracterizado que realmente a gravioleira torna-se mais sensível durante o seu desenvolvimento.

Outros autores têm constatado decréscimo de fitomassa total em gravioleira, com o aumento da salinidade (Oliveira, 1991; Silva, 1997).

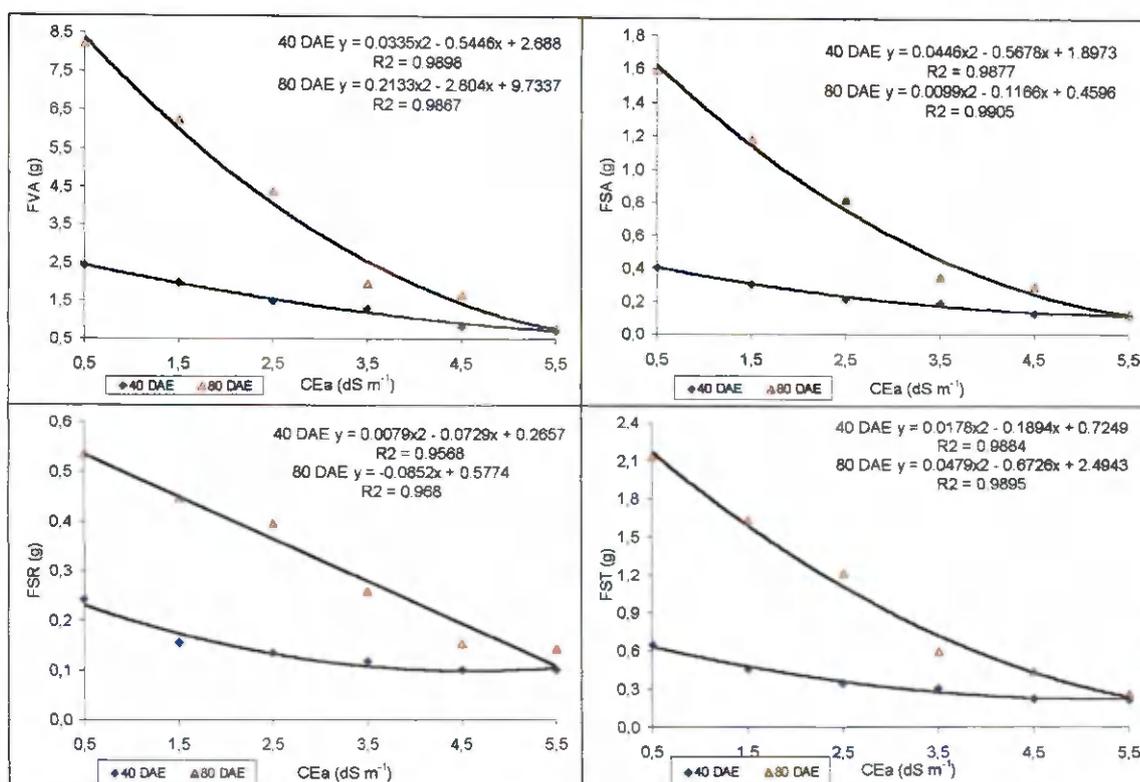


Figura 4. Fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST) da gravioleira, aos 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula do respectivo tratamento (DAE), em função da salinidade da água de irrigação.

4.2.3. Teor de água na folha e no caule

Os resultados da avaliação dessas variáveis estão contidos na Tabela 11, onde se verifica que o fator salinidade não afetou o teor de água da folha (TAF) aos 80 DAE. Conforme médias obtidas aos 80 DAE, o TAF decresceu linearmente, havendo decréscimos relativos a S₁ de 0,42% por aumento unitário da CEa, obtendo-se decréscimo no nível salino mais alto de 2,10%, o que comprova a pequena variação do conteúdo de água da folha nos níveis de CEa estudados. Carneiro (2001), estudando o efeito da salinidade (0,7, 1,4, 2,1 e 2,8 dS m⁻¹) em cajueiro, verificou efeito contrario ao do presente trabalho, onde segundo o autor, o aumento da salinidade influenciou significativamente o TAF da cultura, com efeito linear e crescente.

Segundo o resumo da análise de variância para teor de água do caule (TAC), houve efeito significativo ($p < 0,01$) do fator nível salino. À medida que se elevou o nível salino, aumentaram também os valores do TAC. De acordo com os estudos de regressão, o

efeito foi linear e crescente ($p < 0,01$), como pode ser verificado também na Figura 5. O incremento no conteúdo de água, baseado no modelo matemático obtido (Figura 5), foi de 1,05% por aumento unitário da salinidade da água, em relação a S_1 .

Analisando-se as duas variáveis, observa-se uma tendência de as plantas quando submetidas a concentrações elevadas de sais na água de irrigação, acumularem água de forma distinta; no caule, com base nas médias obtidas, ocorreu aumento do seu turgor na medida em que houve incremento da concentração salina, entretanto, as folhas se comportaram de maneira praticamente invariável, com uma pequena perspectiva de declínio do seu potencial hídrico a partir do S_1 . De fato, Kramer (1983) aponta que as plantas crescendo em substratos salinos mantêm seu turgor e chama atenção para o fato de que a succulência é uma característica entre plantas halófitas.

Tabela 11 Resumo de ANAVA e médias para teor de água da folha (TAF) e do caule (TAC) aos 80 DAE da gravioleira, em função da salinidade da água de irrigação.

Causa de variância	TAF	TAC
	Quadrados Médios	
Salinidade (S)	2,0293 ^{ns}	8,9112 ^{**}
Reg. Linear	-	37,0776 ^{**}
Reg. Quadr.	-	0,8024 ^{ns}
Reg. Cúbica	-	2,1332 ^{ns}
Desv. Reg.	-	2,2721 [*]
Bloco	2,1114 ^{ns}	2,4145 [*]
Resíduo	1,7427	0,4995
CV (%)	1,64	0,86
	Médias	
	%	
Salinidade		
S_1 (0,5 dS m ⁻¹)	80,9195	80,4333
S_2 (1,5 dS m ⁻¹)	80,8180	81,0667
S_3 (2,5 dS m ⁻¹)	80,7568	82,0667
S_4 (3,5 dS m ⁻¹)	80,6445	83,1000
S_5 (4,5 dS m ⁻¹)	79,4770	82,3600
S_6 (5,5 dS m ⁻¹)	79,3593	85,3333

(*) significativo a 0,05 e (**) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo.

O incremento do teor de água no caule com o aumento da concentração salina da água de irrigação pode estar relacionado ao ajustamento osmótico, na medida em que a planta acumula íons no vacúolo das células ou sintetizam compostos orgânicos, como forma de reduzir o potencial osmótico interno e promover a absorção de água para manter a turgescência das células. No entanto, devido ao aumento da concentração de solutos osmoticamente ativos, a água no interior das células, embora em maior quantidade, passe a ser

cada vez menos disponível para realizar trabalho, refletindo-se em menor crescimento da planta (Lima, 1997).

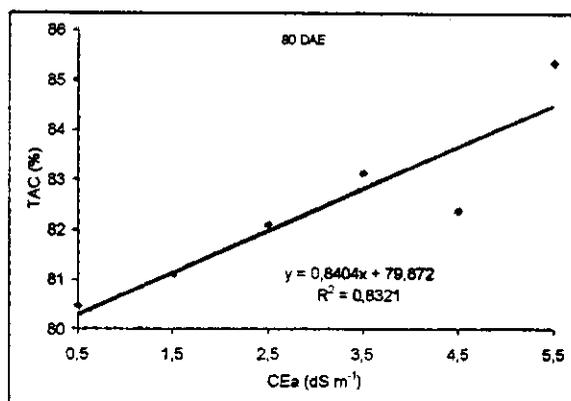


Figura 5. Teor de água do caule (TAC) aos 80 DAE da gravioleira em função da salinidade da água de irrigação.

4.2.4. Área foliar

Verifica-se, com base na análise de variância (Tabela 12) que houve efeito significativo ($p < 0,01$) da salinidade sobre a área foliar nas duas épocas de avaliação (40 e 80 DAE). Baseado-se nas equações de regressão (Figura 6), observa-se que o efeito foi quadrático e decrescente nas duas avaliações, ocorrendo reduções em relação a S_1 de 21,16, 39,61, 55,36, 68,39 e 78,72% aos 40 DAE e de 29,71, 53,99, 72,83, 86,24 e 94,22% aos 80 DAE, nos níveis S_2 , S_3 , S_4 , S_5 e S_6 , respectivamente. Nota-se, em função dos decréscimos, que a gravioleira tipo “Morada” aumenta sua sensibilidade aos sais com o passar do tempo, atingindo aos 80 DAE redução superior a 50% na área foliar já no S_3 .

Na literatura disponível, não existem resultados de pesquisa, sobre o comportamento da área foliar em gravioleira na fase de muda sob estresse salino.

O decréscimo da área foliar provavelmente decorre da diminuição do volume de células (Läuchli e Epstein, 1990; Araújo, 1994; Souza, 1995). Para os autores, as reduções de área foliar e de fotossíntese contribuem, de certo modo, para adaptação da cultura à salinidade.

A redução da área foliar sob estresse hídrico pode ser um mecanismo de sobrevivência que permite a conservação de água. Portanto, não necessariamente é o caso do

estresse salino, onde a disponibilidade de água para o crescimento em geral não é limitante, à medida que o gradiente de potencial hídrico favorece a absorção, em virtude da osmorregulação. Desta forma, a redução na AF, como consequência do estresse salino, pode representar a inabilidade das plantas para discriminarem estresse hídrico de salino (Binzel et al., 1985) ao invés de desenvolver um mecanismo de adaptação.

4.2.5. Relação raiz / parte aérea

A salinidade afetou a relação raiz / parte aérea, ao nível de $p < 0,01$ em avaliações realizadas aos 40 e 80 DAE. Conforme os estudos de regressão, o efeito foi linear aos 40 DAE e quadrático aos 80 DAE, como pode ser constatado na Tabela 12 e Figura 6.

De acordo com os modelos matemáticos obtidos (Figura 6), a taxa de incremento relativo da R/PA por aumento unitário da salinidade a partir de S_1 aos 40 DAE foi de 11,99%, sendo que no nível salino mais alto ($5,5 \text{ dS m}^{-1}$) o incremento foi de 59,93%. Aos 80 DAE os incrementos relativos foram bem superiores ao da primeira época de avaliação, sendo de 5,46, 27,47, 66,03, 121,14 e 192,79% nos níveis S_2 , S_3 , S_4 , S_5 e S_6 , respectivamente, comparados a S_1 .

À medida que se elevaram os níveis de salinidade, aumentaram também os valores da R/PA, principalmente na última avaliação, caso este ocorrido, em função da parte aérea ter sido mais afetada pelos tratamentos, o que denota o aumento da sensibilidade da cultura aos sais ao longo do seu desenvolvimento. Devido a não existência de resultados de pesquisa, na literatura disponível, sobre o efeito da salinidade sobre a relação raiz / parte aérea da gravioleira, comparam-se os do presente trabalho com os obtidos por Carneiro (2001) em cajueiro, que verificou um aumento na R/PA em função dos níveis salinos da água aos 50 DAS; quando da avaliação aos 100 DAS, não houve diferença significativa entre os tratamentos, mostrando que, possivelmente, a cultura aumentou sua tolerância ao longo do tempo.

4.2.6. Razão de área foliar

De acordo com os valores de análise de variância obtidos e contidos na Tabela 12, a razão de área foliar analisada aos 40 e 80 DAE, também foi afetada significativamente ao nível de $p < 0,01$ pela salinidade (S). As médias estão apresentadas na Tabela 12.

Segundo os estudos de regressão, o efeito da salinidade sobre a RAF, em ambas as datas de avaliação, foi quadrático. Observa-se, na Figura 6, terem sido altos os valores de incremento da RAF nos primeiros níveis salinos com posterior decréscimo quando aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação. Este comportamento pode ser explicado em função da área foliar ter sido mais sensível que a fitomassa seca total a partir de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, aos 40 DAE e a partir de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ aos 80 DAE, o que contribuiu para a redução da RAF, devido esta variável ser determinada através da relação entre a área foliar e a fitomassa seca total. A RAF mesmo em S_1 , diminuiu com o tempo, demonstrando que ganho em peso com o tempo é maior que em área foliar.

Tabela 12. Resumo de ANOVA e médias para área foliar (AF), relação raiz / parte aérea (R/PA) e razão de área foliar (RAF) da graviola aos 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE).

Causa de variância	AF	R/PA	RAF	AF	R/PA	RAF
	40 DAE			80 DAE		
Quadrados Médios						
Salinidade (S)	4009,8342 **	0,0644 **	3392,8380 **	51927,3535 **	0,3708 **	3477,3813 **
Reg. Linear	19622,2937 **	0,2693 **	11488,4308 **	247178,8820 **	1,3459 **	14005,0352 **
Reg. Quadr.	309,3889 *	0,2350 ^{ns}	4602,2083 **	9603,5758 **	0,1322 **	2070,0128 *
Reg. Cúbica	10,9076 ^{ns}	0,0168 ^{ns}	716,7676 *	693,4298 ^{ns}	0,0832 **	599,4121 ^{ns}
Desv. Reg.	53,2904 ^{ns}	0,0063 ^{ns}	78,3916 ^{ns}	1085,8226 ^{ns}	0,1465 **	356,2284 ^{ns}
Bloco	35,3291 ^{ns}	0,0136 ^{ns}	120,2189 ^{ns}	1085,0048 ^{ns}	0,0040 ^{ns}	113,4759 ^{ns}
Resíduo	45,9630	0,0088	83,8080	433,8991	0,0053	332,5784
CV (%)	11,36	13,93	5,90	15,14	11,97	15,35
Médias						
	cm ²	-	cm ² g ⁻¹	cm ²	-	cm ² g ⁻¹
Salinidade						
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	105,9700	0,5922	164,2440	306,3400	0,3375	143,9945
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	84,5175	0,5043	183,5618	231,0275	0,3765	142,8673
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	63,0000	0,6298	179,4965	155,5250	0,4875	128,6450
S ₄ (3,5 dS m ⁻¹)	50,7750	0,6725	163,8408	65,6775	0,7348	118,9161
S ₅ (4,5 dS m ⁻¹)	29,8150	0,7870	128,5918	50,3425	0,5448	114,6490
S ₆ (5,5 dS m ⁻¹)	24,0375	0,8482	110,6805	16,7725	1,1578	63,8585

(*) significativo a 0.05 e (**) a 0.01 de probabilidade; (^{ns}) não significativo.

Observa-se, com base no modelo matemático referente à primeira data de avaliação (Figura 6) que houve um incremento relativo da RAF até CEa de $1,91 \text{ dS m}^{-1}$, sendo que, a partir de $3,19 \text{ dS m}^{-1}$ começou a decair em relação à testemunha ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$). Os incrementos por aumento unitário da CEa (comparadas a S_1), foram de 5,57 e 4,56% nos níveis S_2 e S_3 , respectivamente seguindo-se de decréscimos até o nível $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ (38,0%). Aos 80 DAE, houve incremento comparado a S_1 apenas em S_2 da ordem de 0,53% e reduções de 4,20, 14,17, 29,40 e 49,88% nos níveis S_3 , S_4 , S_5 e S_6 , respectivamente. Nota-se que em função da área foliar ter sido mais sensível que a fitomassa seca total ao longo do

desenvolvimento das plantas, houve favorecimento para que a RAF sofresse maior decréscimo na última data de avaliação.

Trabalhando com clones de cajueiro anão-precoce, Carneiro (2001) verificou comportamento distinto da presente pesquisa, avaliando a influência de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre a RAF aos 100 DAS. Segundo o autor, na medida em que se aumentou o nível salino, ocorreu incremento relativo linear da RAF de 8,42%, por aumento unitário da CEa, comportamento esse explicado em função da fitomassa seca total ter sido mais afetada do que a área foliar.

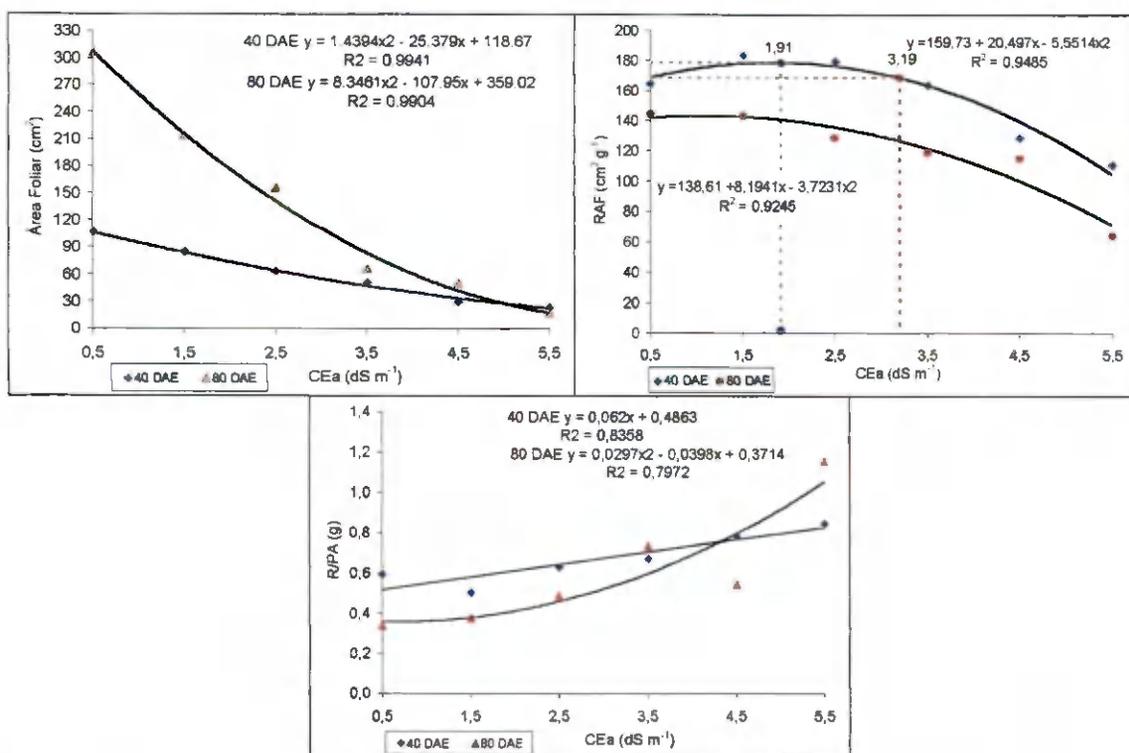


Figura 6. Área foliar (AF), razão de área foliar (RAF) e relação raiz / parte aérea (R/PA) da gravioleira aos 40 e 80 (DAE), em função da salinidade da água de irrigação.

O material fotossintetizado retido no limbo foliar é decrescido à medida que a folha cresce, devido à maior transferência de fotoassimilados para outras partes da planta. Valores altos de RAF indicam que os produtos fotoassimilados estão sendo mais utilizados para a formação do aparelho fotossintético. Desta forma, verificando-se os resultados da RAF nas duas datas de avaliação (Tabela 12), observa-se que seus valores foram superiores aos 40 DAE, denotando que os produtos fotossintetizados foram mais utilizados no crescimento das

folhas nesse período. Nota-se ainda que, com elevação dos níveis salinos, há uma tendência dos produtos da fotossíntese serem menos utilizados na formação das folhas.

4.2.7. Taxa de crescimento absoluto

Os resultados da análise estatística para esta variável, em avaliações realizadas entre 40 a 80 DAE, estão contidos na Tabela 13. Verifica-se que a taxa de crescimento absoluto (TCA) sofreu efeito significativo ($p < 0,01$) do fator nível de salinidade (S). As médias ajustaram-se melhor ao modelo cúbico de regressão, significativo, ao nível de $p < 0,01$. Conforme modelo matemático apresentado na Figura 7, houve decremento relativo da TCA de 23,47, 50,69, 75,71, 92,64 e 95,56% para os níveis S₂, S₃, S₄, S₅ e S₆, respectivamente, comparados a S₁. O ganho diário de matéria seca foi marcadamente afetado com o incremento da salinidade acima de 3,5 dS m⁻¹. De acordo com Maas & Hoffman (1977), o aumento da concentração salina da solução do solo acima do limite tolerável pelas culturas, irá proporcionar uma diminuição progressiva do percentual de crescimento.

Carneiro (2001) observou, também, que a salinidade da água afetou linearmente, ao nível de $P < 0,01$, a TCA em clones de cajueiro anão-precoce durante o período compreendido entre 50 e 100 DAS. Viana (2000) e Rodrigues (2000), trabalhando com alface e arroz, respectivamente, reportam que o incremento dos níveis salinos da água aplicada às plantas, favorecem negativamente a produção de matéria seca.

4.2.8. Taxa de crescimento relativo

Observa-se, pela análise de variância (Tabela 13) que a taxa de crescimento relativo (TCR) das plantas entre 40 e 80 DAE sofreu efeito significativo ($p < 0,01$) da salinidade da água de irrigação, entretanto, assim como para a TCA, as maiores reduções ocorreram a partir de S₄ (3,5 dS m⁻¹). Os dados médios ajustaram-se melhor ao modelo cúbico, significativo ao nível de $p < 0,05$ (Figura 7).

Com base nos resultados, verifica-se ter havido decréscimos de 18,83, 47,13, 74,02 e 89,04% para S₃, S₄, S₅ e S₆, respectivamente, comparados a S₁; a eficácia da cultura em produzir células e novos tecidos a partir de matéria pré-existente foi afetada significativamente pelo aumento do teor salino da água de irrigação. Pelo coeficiente de determinação, nota-se haver um alto grau de associação entre a taxa de crescimento relativo e a condutividade elétrica da água de irrigação.

Na literatura disponível, resultados de pesquisa a respeito dos efeitos da salinidade sobre a TCR em gravioleira são inexistentes. Rodrigues (2000) verificou efeito semelhante ao presente trabalho sobre a TCR de arroz submetido ao estresse salino. Carneiro (2001) observou na cultura do cajueiro, ao contrário deste trabalho, ausência de efeito da salinidade sobre a produção de material novo ao longo do ciclo. Ausência de efeito ao longo do ciclo entre tratamentos também foi constatada por Viana (2000) na cultura da alface submetida a níveis crescentes de salinidade da água.

4.2.9. Taxa de assimilação líquida

Os níveis salinos afetaram significativamente ($p < 0,01$) a TAL (Tabela 13). Conforme a Figura 7, o efeito foi linear e decrescente ($p < 0,01$) para o período avaliado (40 a 80 DAE), ocorrendo redução da TAL por aumento unitário da CEa, a partir de S₁, de 16,59%, sendo que, no nível mais salino (5,5 dS m⁻¹), a redução foi de 82,95%, indicando que o incremento salino afetou a taxa fotossintética líquida diária ao longo do período de observação. Segundo Benincasa (1988), aproximadamente 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética.

Tabela 13. Resumo de ANAVA e médias para taxa de crescimento absoluto (TCA), relativo (TCR) e de assimilação líquida (TAL) no período entre 40 e 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE), bem como, do número de plantas aptas a enxertia (PAE) aos 80 DAE, sob diferentes valores de CEa.

Causa de variância	TCA	TCR	TAL	PAE ¹
	40 a 80 DAE			80 DAE
Quadrados médios				
Salinidade (S)	1046,8616 **	2545,5584 **	0,0703 **	20,1041 **
Reg. Linear	4963,5900 **	12020,5351 **	0,3420 **	97,9224 **
Reg. Quadr.	169,8252 **	239,2318 ns	0,0022 ns	1,3052 **
Reg. Cúbica	43,3774 **	343,2296 *	0,0002 ns	1,0647 **
Desv. Reg.	28,7576 **	446,5024 *	0,0188 **	0,1140 ns
Bloco	7,3012 ns	72,4087 ns	0,0012 ns	0,5600 **
Resíduo	4,1691	80,6247	0,0031	0,0944
CV (%)	11,27	22,04	22,42	7,12
Médias				
Salinidade	mg dia ⁻¹	mg mg ⁻¹ dia ⁻¹	mg cm ⁻² dia ⁻¹	nº
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	41,2375	66,0471	0,4063	6,7263 (44,75)
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	32,1375	63,6173	0,3453	6,5751 (42,75)
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	21,4563	61,1543	0,3410	5,1460 (26,25)
S ₄ (3,5 dS m ⁻¹)	7,3125	24,2885	0,1503	3,8498 (14,50)
S ₅ (4,5 dS m ⁻¹)	5,3188	23,7573	0,1863	2,3914 (5,25)
S ₆ (5,5 dS m ⁻¹)	1,2125	5,6063	0,0505	1,2165 (1,25)

(*) significativo a 0,05 e (**) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo;

¹Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$, dados originais entre parênteses.

Trabalhando com tomate sob estresse salino, Alarcon et al. (1994) citam que as plantas não tiveram alterações significativas da taxa de assimilação líquida. Segundo esses autores, a taxa de expansão celular parece ser afetada mais rapidamente que a taxa fotossintética, em condições de salinidade. No presente trabalho, verificou-se resultado semelhante, em que a produção de matéria seca foi mais afetada do que a fotossíntese líquida (TAL).

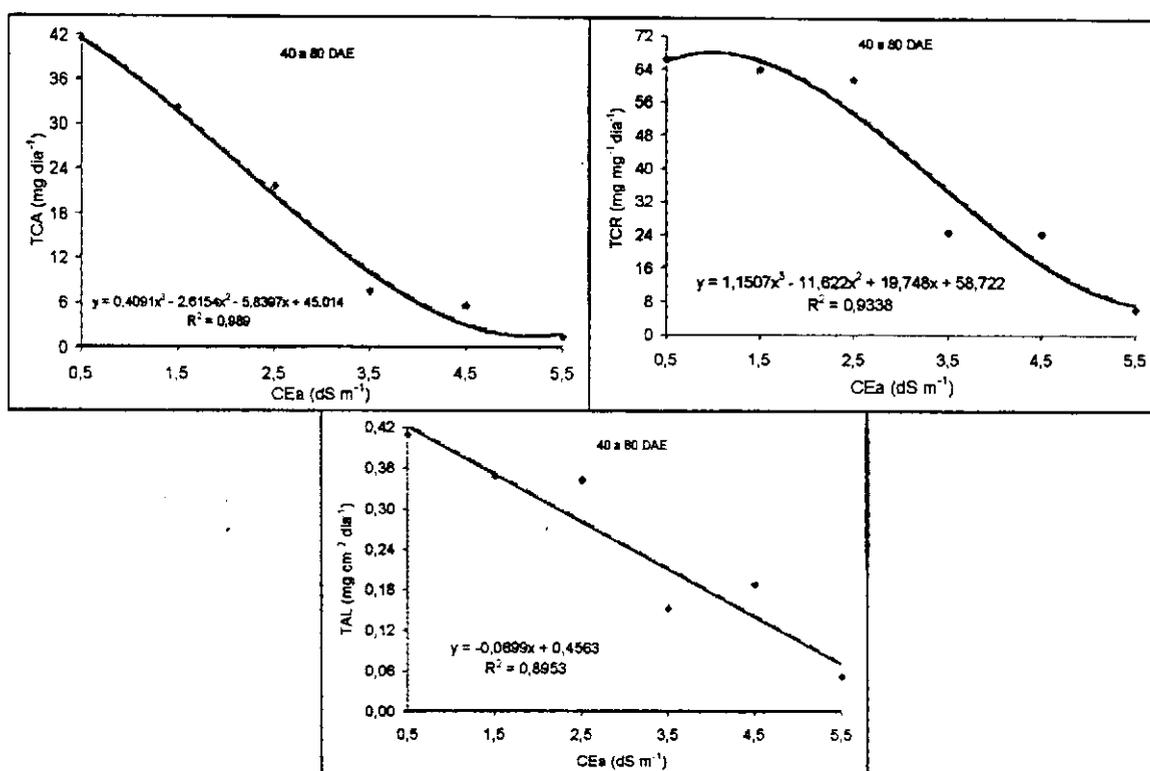


Figura 7. Taxa de crescimento absoluto (TCA), relativo (TCR) e de assimilação líquida (TAL) da graviola de 40 a 80 DAE em função da salinidade da água de irrigação.

4.2.10. Plantas aptas à enxertia

A salinidade afetou, significativamente ($p < 0,01$), o número de plantas aptas à serem enxertadas (PAE), aos 80 DAS (Tabela 13). De acordo com a análise de regressão, os dados ajustaram-se melhor ao modelo cúbico, significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Pelo modelo matemático obtido (Figura 8), constatou-se decréscimo relativo do número de plantas aptas à enxertia por aumento da salinidade da água aplicada à cultura, na proporção de 5,13, 21,54, 43,55, 65,47 e 81,64% para S_2 , S_3 , S_4 , S_5 e S_6 , respectivamente, comparados a S_1 , agravando-se os efeitos a partir do tratamento S_4 ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$). Considerando

que os resultados e a discussão foram baseadas em dados transformados ($\sqrt{x+0,5}$), ao recuperar os dados originais, infere-se que os decréscimos, foram acentuados, denotando com isso, através de mais uma variável, a crescente sensibilidade da gravioleira tipo Morada ao estresse salino.

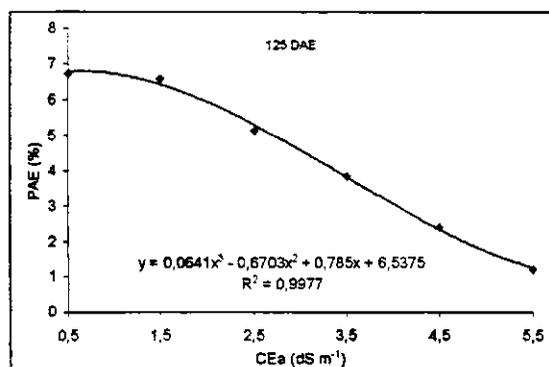


Figura 8. Percentagem de plantas aptas à enxertia (PAE) aos 80 dias após a emergência da primeira plântula (DAE), em função da salinidade da água de irrigação.

Inexistindo na literatura disponível, resultados de pesquisa referenciando o efeito da salinidade sobre o PAE em gravioleira, compararam-se os do presente trabalho, com os obtido por Meireles (1999) em cajueiro anão-precoce: esse autor testou níveis salinos (0,26, 0,43, 0,96, 1,28, 2,04 e 2,63 dS m⁻¹) sobre a produção de mudas, encontrando diferença significativa a partir de 2,63 dS m⁻¹, sobre o número de plantas aptas à enxertia.

4.3. ETAPA III – Formação do enxerto

4.3.1. Número de enxertos vivos

O número de enxertos vivos (NEV) foi reduzido significativamente ($p < 0,01$), em avaliações realizadas aos 25 e 50 dias após a enxertia (DEX), em função do aumento da salinidade da água de irrigação (Tabela 14).

A resposta da gravioleira à salinidade, de acordo com estudos de regressão, ocorreu de forma linear ($p < 0,01$), pois os decréscimos verificados no NEV entre os níveis salinos foram regulares. Com base nos modelos matemáticos obtidos (Figura 9), verifica-se decréscimo relativo do NEV por aumento unitário da CEa em relação a S₁ de 17,35 e 20,31% aos 25 e 50 DEX, respectivamente.

Tabela 14. Resumo de ANAVA e médias para número de enxertos vivos (NEV) de gravioleira, aos 25 e 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação.

Causa de variância	NEV ¹	
	25 DEX	50 DEX
	Quadrados médios	
Salinidade (S)	8,0716 **	14,1955 **
Reg. Linear	38,2358 **	60,4470 **
Reg. Quadr.	0,0743 ^{ns}	1,6559 ^{ns}
Reg. Cúbica	1,0212 *	6,5497 **
Desv. Reg.	0,5133 ^{ns}	1,1624 *
Bloco	0,0126 ^{ns}	0,0137 ^{ns}
Resíduo	0,1744	0,2192
CV (%)	14,93	18,00
	Médias	
	n°	
Salinidade (S)		
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	4,6025 (21,0)	5,0353 (25,3)
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	4,4120 (19,0)	5,1459 (26,0)
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	3,6690 (13,0)	3,3053 (10,7)
S ₄ (3,5 dS m ⁻¹)	1,8358 (3,0)	0,7071 (0,0)
S ₅ (4,5 dS m ⁻¹)	1,5589 (2,0)	0,7071 (0,0)
S ₆ (5,5 dS m ⁻¹)	0,7071 (0,0)	0,7071 (0,0)

(*) significativo a 0,05 e (**) a 0,01 de probabilidade; (^{ns}) não significativo;

¹ Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; dados originais entre parênteses.

Através da Figura 9, observa-se ter havido redução do número de enxertos vivos a partir de 1,22 dS m⁻¹ aos 25 DEX e com o aumento do tempo de exposição (50 DEX) das plantas aos níveis salinos, resultando em morte de todos os enxertos correspondentes aos tratamentos S₄, S₅ e S₆. Com isso, pode-se constatar a grande sensibilidade da gravioleira ao estresse salino, principalmente em fase posterior à enxertia. Possivelmente, o excesso de sais próximo ao sistema radicular das plantas submetidas aos tratamentos mais salinos, favorece uma redução maior do potencial osmótico do substrato, dificultando com isso, a absorção de água e conseqüentemente de nutrientes em quantidades essenciais ao seu desenvolvimento, chegando a um ponto em que as plantas não suportam a deficiência e morrem.

Soares (1998) estudando a tolerância de porta-enxertos e enxertos de cajueiro anão-precoce à salinidade, verificou também a ocorrência de decréscimos acentuados no NEV, a partir de 0,45 dS m⁻¹.

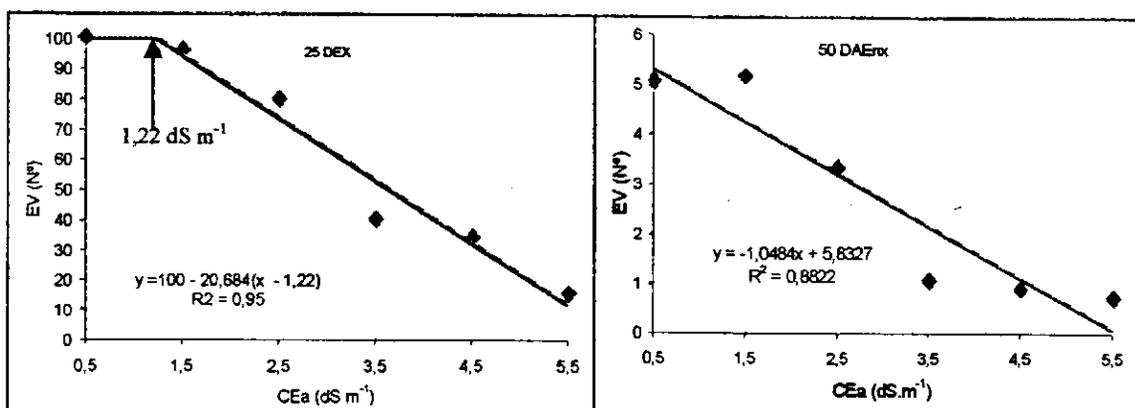


Figura 9. Número de enxertos vivos (NEV) da gravioleira aos 25 e 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação.

4.3.2. Variáveis de crescimento e índices fisiológicos

Após a enxertia, a avaliação das variáveis de crescimento e fisiológicas, foi realizada aos 50 dias após a enxertia (DEX), apenas para os tratamentos S₁, S₂ e S₃ correspondendo aos níveis de 0,50, 1,50 e 2,50 dS m⁻¹, respectivamente, pois as plantas enxertadas, irrigadas com águas de condutividade elétrica igual ou superior a 3,5 dS m⁻¹ haviam secado.

Em função do número reduzido de tratamentos (três), não é recomendada análise de regressão; posto isso, os resultados a seguintes estão apresentados com base na análise de variância e na comparação de médias pelo teste de Tukey, aos níveis de $p < 0,01$ e $p < 0,05$, e expostos em tabelas e histogramas.

Não foi encontrado nas pesquisas bibliográficas, qualquer trabalho tratando do efeito do estresse salino sobre a formação do enxerto em gravioleira.

- Número de folhas (NF)

Observa-se, com base em dados da análise de variância (Tabela 15) que a salinidade da água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) o número de folhas das plantas aos 50 DEX, reduzindo esta variável a cada incremento da CEa. Segundo Maas & Nieman (1978), as plantas reduzem a emissão de folhas para se adaptarem à nova condição de estresse salino e hídrico, de modo a manter o turgor.

Pelo teste de Tukey não foram constatadas diferenças significativas entre as médias dos tratamentos S_2 e S_3 , porém, ambos em relação ao S_1 foram significativamente menores, com decrementos de 26,49 em S_2 e de 43,49% em S_3 . Meireles (1999), trabalhando com mudas enxertadas de cajueiro anão-precoce, verificou redução de 76,32% no número de folhas, quando irrigadas com água de salinidade $2,04 \text{ dS m}^{-1}$, mostrando através desta variável, que a gravioleira é mais tolerante que o cajueiro. A representação gráfica com base nas médias está apresentada na Figura 10.

- Altura de plantas (AP)

Os dados de efeito do fator salinidade (S) sobre a altura de plantas, aos 50 dias após a enxertia, estão contidos na Tabela 15 e representados graficamente na Figura 10. Nota-se que a salinidade influenciou significativamente ($p < 0,01$) o crescimento em altura das plantas.

Analisando-se as médias obtidas para AP e suas respectivas diferenças, pelo teste de Tukey, verifica-se que o segundo tratamento ($S_2 = 1,50 \text{ dS m}^{-1}$) não diferiu de S_1 , havendo diferença significativa de ambos com relação a S_3 , com um decréscimo de 12,05% (2,43 cm). Meireles (1999) encontrou decréscimo aos 90 DEX de 54,23% (10,77 cm) para o clone de cajueiro CCP76 enxertados em dois diferentes porta-enxertos (CCP06 e CCP1001), e irrigado com água de condutividade de $2,04 \text{ dS m}^{-1}$.

Observa-se que o aumento da concentração salina provocou uma redução em altura da cultura estudada. Conforme Rains (1984), possivelmente esta redução no crescimento é resultante da transferência de energia que seria usada no crescimento da planta para o seu ajustamento osmótico à condição de salinidade. Bernstein (1964) relata que os sais presentes no solo podem afetar a altura da planta através de efeito osmótico, efeito tóxico e de natureza nutricional.

- Diâmetro do caule (DC)

A análise de variância e os dados médios para o diâmetro do caule, em avaliação realizada aos 50 DEX, estão resumidos na Tabela 15 e ilustrados graficamente na Figura 10. Constata-se que o DC sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação (S), ao nível de 0,01 de probabilidade.

O diâmetro do caule foi afetado negativamente pelos tratamentos salinos; os decréscimos relativos do DC, comparados a S_1 foram de 2,73 e 16,63 % para S_2 e S_3 , respectivamente. Analisando-se as médias e comparando-as pelo teste de Tukey, verifica-se que não houve diferença estatística entre os dois primeiros tratamentos, diferindo-se apenas de S_3 . Meireles (1999), estudando o efeito do estresse salino em clones de cajueiro, verificou grande redução a partir de $2,04 \text{ dS m}^{-1}$ (75,71%) apenas para o porta-enxerto CCP1001 enxertado com CCP76, mas quanto ao porta-enxerto CCP06, enxertado com o mesmo clone anterior, as plantas não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Comparando-se esses resultados com os do presente trabalho, nota-se ser a gravioleira mais tolerante do que o cajueiro ao estresse salino, no tocante a diâmetro do caule.

- Área foliar (AF)

Houve, também, efeito significativo ($p < 0,01$) do fator salinidade sobre a área foliar, aos 50 dias após a enxertia (Tabela 15). Na Figura 10, pode-se verificar o decréscimo existente entre os tratamentos.

De acordo com as médias obtidas e comparadas pelo teste de Tukey, nota-se ter ocorrido redução significativa da área foliar apenas em S_3 ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$); irrigando-se as mudas enxertadas com água de CEa até $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ (S_2) não houve redução da área foliar em relação a S_1 . O decréscimo do S_3 em relação ao S_1 foi de 62,24%. Segundo os dados referentes a número de folhas e área foliar das plantas, pode-se notar, serem as folhas mais sensíveis à salinidade, com maiores reduções por aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, do que o diâmetro do caule e altura da planta. Conforme a literatura, as adaptações morfológicas mais comuns nas plantas sob estresse hídrico e salino são a redução do tamanho e do número de folhas, uma forma de reduzir a perda de água por transpiração (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1989).

Tabela 15. Resumo de ANOVA e médias para número de folhas (NF), altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) da graviola aos 50 dias após a enxertia (DEX).

Causa de variância	NF	AP	DC	AF
	Quadrados Médios			
Salinidade (S)	17,1104 ^{***}	6,4041 ^{***}	0,0086 ^{**}	3167,5691 ^{**}
Bloco	0,7784 ^{ns}	0,1553 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	86,0554 ^{ns}
Resíduo	0,5521	0,4508	0,0002	67,2551
CV (%)	10,27	3,50	3,29	12,76
	Médias			
	n°	cm	Cm	cm ²
Salinidade				
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	9,4375 a	20,2000 a	0,4878 a	86,1920 a
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	6,9375 b	19,5855 a	0,4745 a	74,0998 a
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	5,3335 b	17,7668 b	0,4018 b	32,5433 b
DMS	1,6125	1,4570	0,0325	17,7960

(*) significativo a 0,05 e (**) a 0,01 de probabilidade; (***) não significativo.

As médias seguidas por letras diferentes, na vertical, diferem significativamente entre si ($p < 0,01$), pelo teste de Tukey.

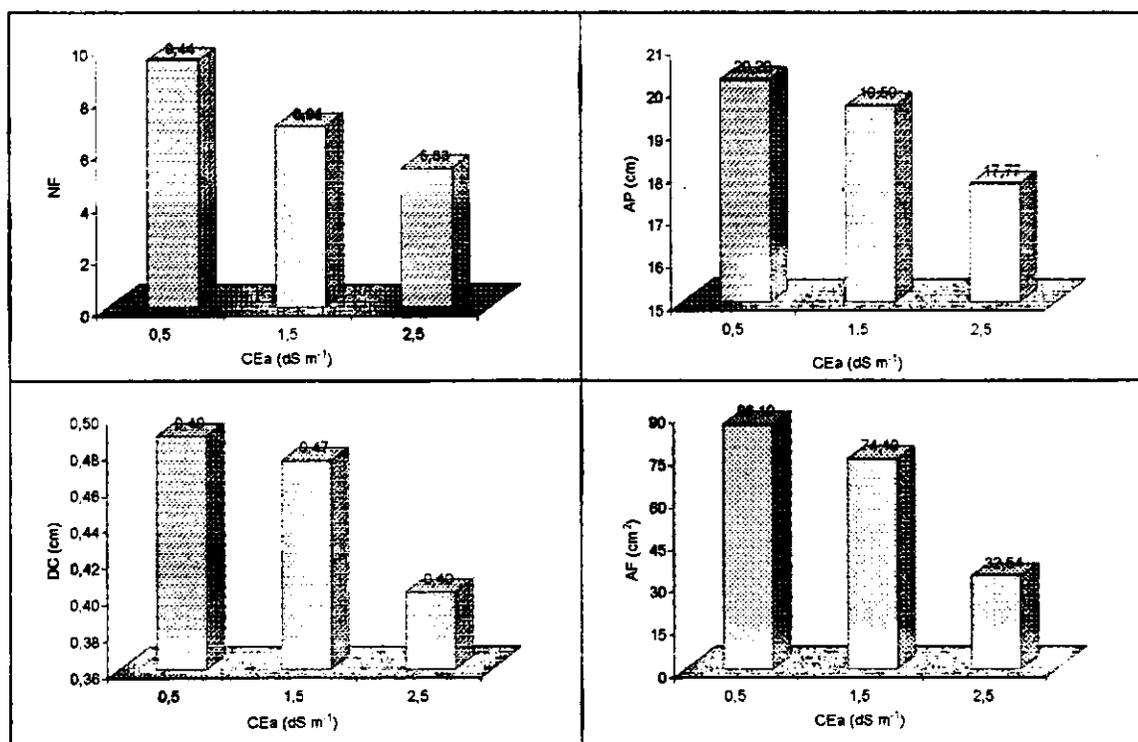


Figura 10. Número de folha (NF), altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação.

- Fitomassa verde da parte aérea (FVA)

A análise de variância para fitomassa verde da parte aérea, aos 50 dias após a enxertia, encontra-se resumida na Tabela 16 e a demonstração gráfica por meio de histograma do comportamento das médias está apresentada na Figura 11.

Observa-se ter havido diferença significativa entre tratamentos na avaliação da FVA ($p < 0,01$), causando com o incremento da salinidade reduções crescentes nesta variável. Comparando-se as médias dos níveis salinos pelo teste de Tukey constata-se superioridade dos dois primeiros níveis que não diferiram entre si em relação ao nível três (S_3). As reduções da salinidade foram de 10,56 e 39,40 % nos níveis S_2 e S_3 , respectivamente, comparados a S_1 . Segundo Fageria (1989), o crescimento em termos de fitomassa, é reduzido pela salinidade e pelo aumento do Na porque ocorre diminuição do potencial osmótico da solução do solo, causando estresse hídrico e, também, por ocasionar problemas de toxicidade e desordem nutricional.

- Fitomassa seca da parte aérea (FSA) de raízes (FSR) e total (FST)

Dados de análise de variância e as médias obtidas para fitomassa seca da parte aérea, de raízes e total, aos 50 DEX, estão expostos na Tabela 16; na Figura 11 consta a representação gráfica dessas variáveis, em função do tratamento de salinidade.

A FSA sofreu efeito do fator salinidade ao nível de $p < 0,01$. De acordo com teste de Tukey ($p < 0,01$) na produção de mudas enxertadas pode ser utilizada água de irrigação com até $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ (S_2) de condutividade elétrica, levando-se em consideração a fitomassa seca da parte aérea. Relativamente a S_1 , ocorreu decréscimo de 40,26% na FSA, quando foi utilizada água com CE de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Comparando-se os decréscimos ocorridos antes da enxertia, para S_2 e S_3 (comparados a S_1) nas duas épocas de avaliação (40 e 80 DAE) com os obtidos aos 50 DEX (15,00 e 40,26%), verifica-se que os maiores decrementos foram observados nas duas épocas antes da enxertia, sendo S_2 e S_3 , respectivamente, 23,98 e 43,04% (40 DAE) e 39,95 e 60,36% (80 DAE), demonstrando com isso, um possível aumento de tolerância da cultura após a enxertia para esses níveis salinos, talvez em consequência do porta enxerto já se encontrar adaptado ao estresse salino.

Assim como para FVA e FSA, os níveis salinos afetaram negativamente a fitomassa seca de raízes (FSR), obtendo-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os tratamentos, a (Tabela 16). Comparando-se as médias pelo teste de Tukey ($p < 0,01$) verifica-se, também, diferença significativa apenas para o tratamento S_3 em relação a S_1 e S_2 , com os seguintes decréscimos, por aumento da salinidade, 9,00 (S_2) e 46,03 (S_3)%, comparados a S_1 .

Nota-se ter sido a FSA mais afetada pelos efeitos prejudiciais da salinidade do que a FSR até o nível salino $1,5 \text{ dS m}^{-1}$. Com isso, a planta aumenta a sua capacidade de absorção de água e diminui a transpiração (Fageria, 1984; Fageria, 1989).

Quanto à fitomassa seca total cujos dados estão apresentados na Tabela 16 e Figura 11, aos 50 dias após enxertia as mudas foram igualmente afetadas ($p < 0,01$) pela água de irrigação com CE de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ (S_3); com decréscimo superior a 42%, em relação a S_1 . Mesmo não sendo S_2 estatisticamente diferente de S_1 , as mudas submetidas a esse nível de salinidade sofreram redução relativa de 13,03% na fitomassa seca total.

Tabela 16. Resumo de ANOVA e médias para fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST) da graviola aos 50 dias após a enxertia (DEX).

Causa de variância	FVA	FSA	FSR	FST
Quadrados Médios				
Salinidade (S)	3,2008 **	0,1987 **	0,0677 **	0,4949 **
Bloco	0,1185 ns	0,0111 ns	0,0078 ns	0,0360 ns
Resíduo	0,1173	0,0107	0,0035	0,0235
CV (%)	8,50	11,58	13,57	11,53
Médias				
g				
Salinidade				
$S_1(0,5 \text{ dS m}^{-1})$	4,7770 a	1,0953 a	0,5333 a	1,6285 a
$S_2(1,5 \text{ dS m}^{-1})$	4,2725 a	0,9310 a	0,4853 a	1,4163 a
$S_3(2,5 \text{ dS m}^{-1})$	3,0383 b	0,6543 b	0,2878 b	0,9415 b
DMS	0,7432	0,2245	0,1282	0,3325

(*) significativo a 0,05 e (**) a 0,01 de probabilidade; (ns) não significativo.

As médias seguidas por letras diferentes, na vertical, diferem significativamente entre si ($p < 0,01$), pelo teste de Tukey.

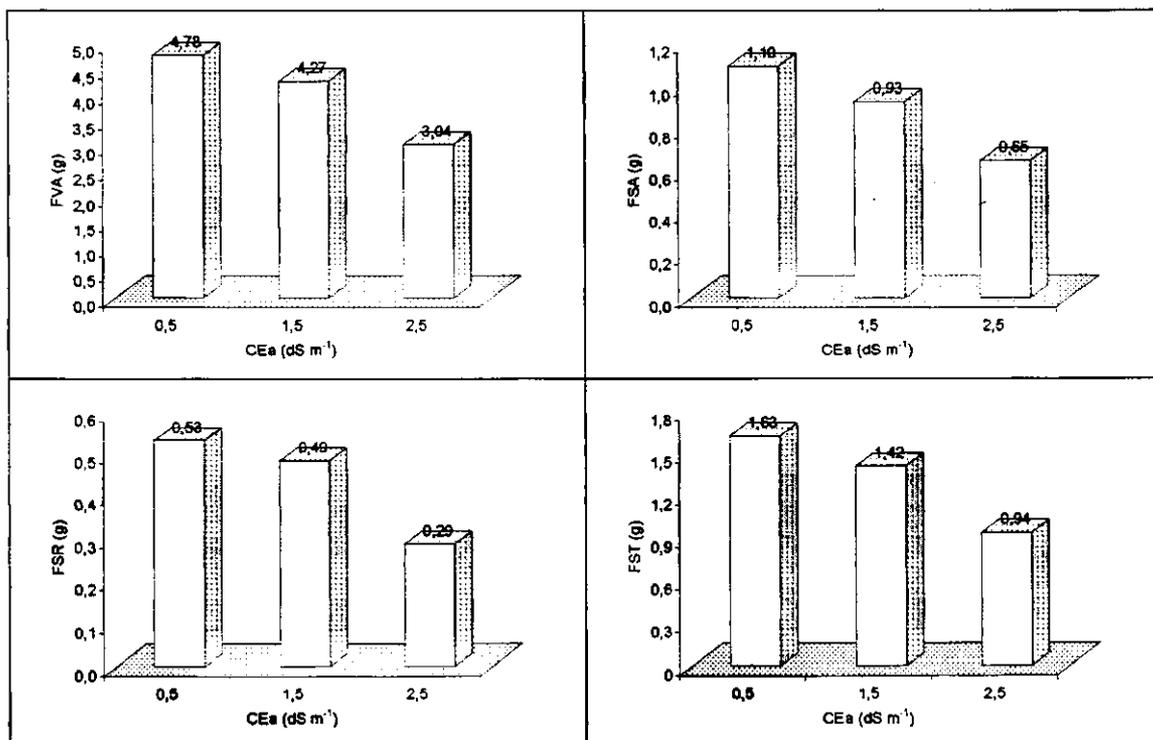


Figura 11. Fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação.

- Teor de água da folha (TAF) e do caule (TAC)

Os resultados das análises para teor de água da folha e do caule estão na Tabela 17, com representação gráfica na Figura 12.

Verifica-se efeito significativo ao nível de $p < 0,01$ do fator salinidade aos 50 DEX, sobre a variável TAF. Pelo teste de Tukey observa-se ter havido efeito significativo ($p < 0,01$), com um incremento relativo no conteúdo de água das folhas de 5,99 (S_2) e 3,80% (S_3), comparados com S_1 , a partir do acréscimo dos níveis salinos da água de irrigação.

O fato de o teor de água das folhas ter aumentado com o incremento da concentração salina da água, pode estar relacionado com o ajustamento osmótico, na medida em que a planta acumula íons no vacúolo, como forma de baixar o potencial osmótico interno e garantir a absorção de água para manter o turgor das células (Lima, 1997).

Verifica-se que as plantas enxertadas passaram a acumular uma maior quantidade de água na folha em função do aumento da CEa, comportamento diferente do ocorrido com os porta-enxertos (antes da enxertia) aos 80 DAE, onde o TAF tendeu a reduzir;

ocorrido com os porta-enxertos (antes da enxertia) aos 80 DAE, onde o TAF tendeu a reduzir; possivelmente este fato ocorreu em função do ajustamento osmótico do enxerto ser mais eficiente.

Tabela 17. Resumo de ANAVA e médias para teor de água na folha (TAF) e no caule (TAC), da gravioleira aos 50 dias após a enxertia, em função da salinidade da água de irrigação.

Causa de variância	TAF	TAC
	Quadrados médios	
Salinidade (S)	24,9367 **	7,7844 ^{ns}
Bloco	0,5811 ^{ns}	2,3470 ^{ns}
Resíduo	1,8392	1,6118
CV (%)	1,59	1,69
	Médias	
	%	
Salinidade		
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	82,4363 b	74,7628 a
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	87,3708 a	74,1423 a
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	85,5673 a	76,8083 a
DMS	2,9429	2,7550

(*) significativo a 0,05 e (**) a 0,01 de probabilidade; (^{ns}) não significativo.

As médias seguidas por letras diferentes, na vertical, diferem significativamente entre si (p<0,01), pelo teste de Tukey.

Analisando-se os dados do TAC, percebe-se não ter havido efeito significativo do fator salinidade (S), e assim o conteúdo de água do caule não variou significativamente entre os níveis salinos. Portanto, a salinidade não afetou o conteúdo de água do caule das plantas.

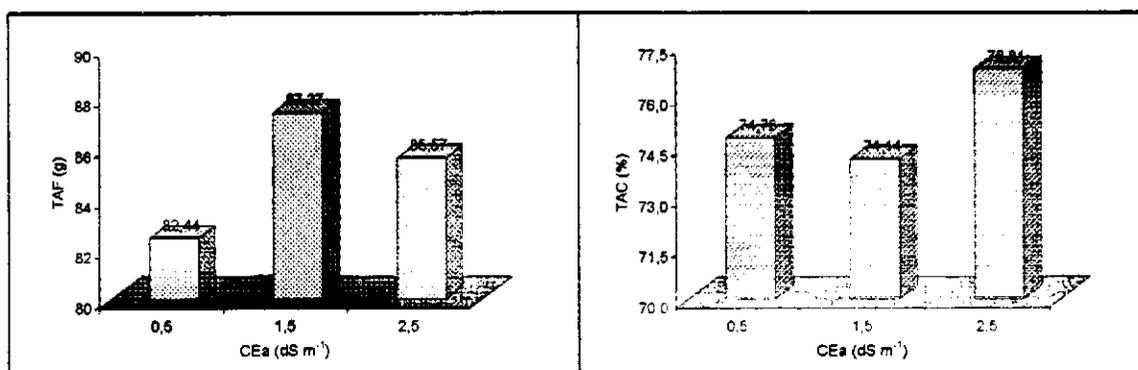


Figura 12. Teor de água da folha (TAF) e do caule (TAC) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação.

Dados de análise estatística e a representação gráfica das variáveis R/PA e RAF estão apresentados na Tabela 18 e Figura 13, respectivamente.

Não houve efeito da salinidade sobre a variável R/PA, ou seja, ambas as partes sofreram com o aumento da salinidade ocorrendo decréscimos aproximados entre elas. A R/PA foi superior a 0,50 apenas no tratamento S₂ (0,52), o que corresponde dizer que somente neste caso, a fitomassa seca de raiz ultrapassou 50 % da fitomassa seca da parte aérea, denotando-se maior acúmulo de FSA do que FSR nos outros tratamentos. Campos (2001) trabalhando com tomate, tipo industrial, sob estresse salino, verificou também não haver efeito significativo dos tratamentos estudados sobre a R/PA aos 157 DAS, no entanto, em nenhum dos tratamentos a R/PA foi superior a 30 %, demonstrando com isso um acúmulo bem maior da FSA em relação a FSR.

Quanto a razão de área foliar, houve efeito significativo da salinidade ($p < 0,01$) com redução relativa de 34% no tratamento S₃ (2,5 dS m⁻¹). Com água de condutividade elétrica até 1,5 dS m⁻¹ não foi afetada a RAF. Denota-se com isso, a menor capacidade das plantas pertencentes ao tratamento mais salino em aproveitar os produtos fotossintéticos para o crescimento das folhas; valores mais altos de RAF indicam que os fotoassimilados estão sendo mais utilizados na formação do aparelho fotossintético; no caso das plantas submetidas ao tratamento S₃, a área foliar foi mais afetada que a fitomassa seca total, o que contribuiu para a redução da RAF.

Tabela 18. Resumo de ANOVA e médias para relação raiz / parte aérea (R/PA) e razão de área foliar (RAF) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX), em função da salinidade da água de irrigação.

Causa de variância	R/PA	RAF
	Quadrados médios	
Salinidade (S)	0,0070 ^{ns}	421,7121 ^{***}
Bloco	0,0042 ^{ns}	12,5081 ^{ns}
Resíduo	0,0025	7,3467
CV (%)	10,31	5,80
	Médias	
	-	cm ² g ⁻¹
Salinidade		
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	0,4853 a	52,8275 a
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	0,5218 a	52,4663 a
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	0,4385 a	34,8653 b
DMS	0,1078	5,8817

(^{ns}) significativo a 0,05 e (^{***}) a 0,01 de probabilidade; (^{ns}) não significativo.

As médias seguidas por letras diferentes, na vertical, diferem significativamente entre si ($p < 0,01$), pelo teste de Tukey.

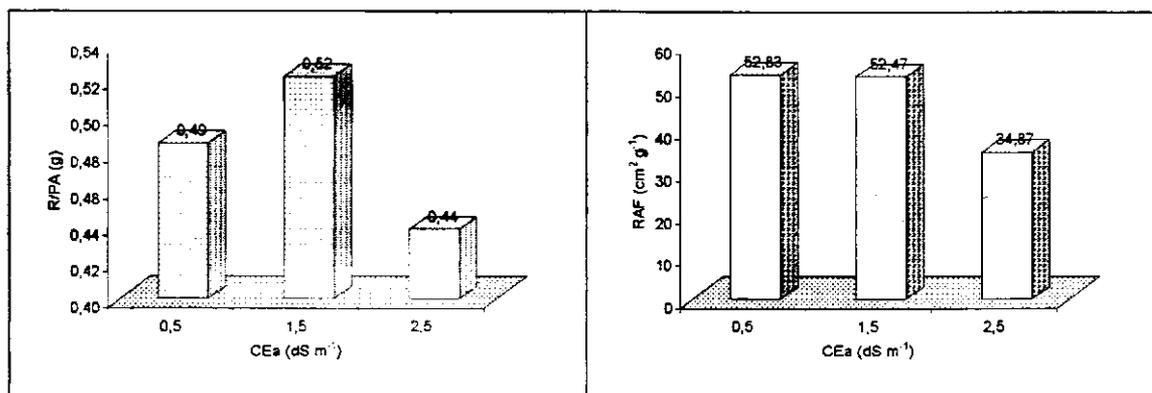


Figura 13. Relação raiz / parte aérea (R/PA) e razão de área foliar (RAF) da gravioleira aos 50 dias após a enxertia (DEX) em função da salinidade da água de irrigação.

4.3.3. Condutividade elétrica da água de drenagem (CEad)

A variação da condutividade elétrica da água de drenagem (CEad) no período estudado (15 de fevereiro a 10 julho) pode ser observado na Figura 13.

O resumo das análises estatísticas para esta variável encontra-se na Tabela 19, onde se verifica que a CEad sofreu efeito linear altamente significativo ($p < 0,01$) nas dez datas de avaliação (17/Fevereiro, 04 e 19/Março, 05 e 19/Abril, 05 e 20/Maio, 03 e 18/Junho, e 10/Julho), compreendendo o período de realização do experimento. A CEad, logicamente, aumentou com o incremento da salinidade da água de irrigação (CEa), havendo um elevado grau de associação entre as duas condutividades uma vez que os coeficientes de determinação foram superiores ou próximo a 99 % (Tabela 19), ou seja, aproximadamente 99 % do aumento da CEad podem ser explicados pela variação da CEa. No entanto, apenas para o nível S₁, a CEad foi reduzida ao longo do tempo, fato ocorrido em função do nível salino do substrato no início do experimento apresentar-se um pouco elevado.

Tabela 19. Resumo da análise de variância e equações de regressão para a condutividade elétrica da água de drenagem (CEad, dS m^{-1} a 25°C) em dez datas, correspondendo ao período de produção de mudas enxertadas de gravioleira.

Causa de variância	CEad / Datas de avaliação									
	17/Fev	04/Mar	19/Mar	05/Abr	19/Abr	05/Mai	20/Mai	03/Jun	18/Jun	10/Jul
	Quadrados Médios									
Salinidade (S)	9,00 ^{**}	19,90 ^{**}	20,53 ^{**}	17,48 ^{**}	17,13 ^{**}	20,81 ^{**}	22,22 ^{**}	18,92 ^{**}	20,78 ^{**}	32,03 ^{**}
Reg. Linear	44,59 ^{**}	99,37 ^{**}	102,39 ^{**}	87,17 ^{**}	85,06 ^{**}	102,72 ^{**}	109,59 ^{**}	91,21 ^{**}	102,11 ^{**}	159,19 ^{**}
Reg. Quadr.	0,010 ^{ns}	0,123 ^{ns}	0,188 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,119 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,442 ^{ns}	1,077 ^{ns}	1,046 ^{ns}	0,021 ^{ns}
Desv. Reg.	0,019 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,036 ^{ns}	0,214 ^{ns}	0,305 ^{ns}	0,612 ^{ns}	0,366 ^{ns}	0,354 ^{ns}
Resíduo	0,15	0,03	0,06	0,02	0,04	0,04	0,18	0,25	0,49	0,43
CV (%)	9,26	4,30	5,85	3,17	5,12	4,53	9,17	11,35	16,23	13,57
	Médias (dS m^{-1})									
Salinidade										
S ₁ (0,5 dS m^{-1})	2,04	1,00	0,91	0,87	1,06	1,22	1,09	0,99	0,87	0,99
S ₂ (1,5 dS m^{-1})	3,14	2,28	2,32	2,24	2,46	3,00	3,10	3,34	2,71	2,72
S ₃ (2,5 dS m^{-1})	3,73	3,49	3,46	3,29	3,72	4,13	4,15	4,03	3,87	3,91
S ₄ (3,5 dS m^{-1})	4,44	4,78	4,78	4,43	4,50	4,78	5,04	4,85	4,81	5,77
S ₅ (4,5 dS m^{-1})	5,18	5,88	5,96	5,34	5,51	6,29	6,57	6,24	6,36	6,74
S ₆ (5,5 dS m^{-1})	6,26	6,92	6,93	6,60	6,79	7,59	7,58	7,08	6,95	8,77
Datas de avaliação	Equações de Regressão									R ²
17 / Fevereiro	Y = 1,1914x + 0,4832									0,9985
04 / Março	Y = 1,1888x + 0,4859									0,9986
19 / Março	Y = 1,2068x + 0,4343									0,9977
05 / Abril	Y = 1,1132x + 0,4501									0,9971
19 / Abril	Y = 1,0997x + 0,7025									0,9929
05 / Maio	Y = 1,2086x + 0,8702									0,9873
20 / Maio	Y = 1,2486x + 0,8352									0,9866
03 / Junho	Y = 1,1391x + 0,9991									0,9645
18 / Junho	Y = 1,2072x + 0,6377									0,9829
10 / Julho	Y = 1,5041x + 0,2953									0,9932

(^{*}) significativo a 0,05 e (^{**}) a 0,01 de probabilidade; (^{ns}) não significativo.

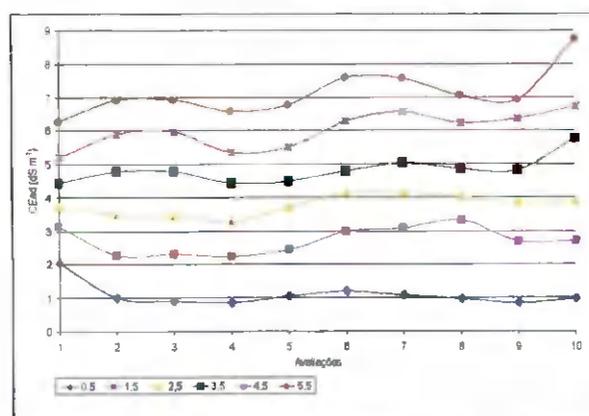


Figura 13. Comportamento da condutividade elétrica média da água de drenagem (CEad) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) para o período de realização do experimento.

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 durante todo o período de realização do experimento (Tabela 20) e com base no modelo matemático obtido (Figura 14) o decremento em relação a S_1 foi de 40 % em S_6 . Esse fato pode ser explicado pelo aumento da fração de lixiviação (FL) que se comportou de maneira inversa, ou seja, o aumento da lâmina de água percolada proporcionou uma maior lixiviação dos sais e conseqüentemente favoreceu a redução do FC.

O efeito osmótico pode ser claramente constatado no presente trabalho, pois o consumo de água pelo sistema solo-planta decresceu com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Tabela 20). Segundo Rhoades (1992) a concentração salina próxima à zona radicular reduz o fluxo de água na planta, devido ao efeito osmótico. Em base de consumo médio de água pelas plantas, verifica-se ter ocorrido decréscimo de 24,55% no nível S_6 em relação a S_1 , durante o ciclo (Figura 14), comprovando que o estresse salino, induz a um estresse hídrico, devido à redução do potencial osmótico da solução do solo. Esta redução no consumo de água em função da CE_a também explica o aumento ocorrido na FL, pois devido às planta absorverem menos água sob estresse salino, uma maior quantidade de água ficava livre na solução do solo, favorecendo a lixiviação. Na Figura 14, percebe-se também a variação média da CE_{ad} em função da CE_a , para o período em estudo.

Tabela 20. Dados médios de fração de lixiviação (FL), fator de concentração (FC), consumo de água e condutividade elétrica da água de drenagem (CE_{ad}) para o período de realização do experimento. Cada valor representa a média de dez avaliações e quatro repetições.

Salinidade	¹ FL	² FC	³ Consumo ($\text{mL dia}^{-1} \text{planta}^{-1}$)	⁴ CE_{ad} (dS m^{-1})
$S_1 (0,5 \text{ dS m}^{-1})$	0,453 ($\pm 0,056$)	2,208 ($\pm 0,691$)	43,709 ($\pm 10,318$)	1,104 ($\pm 0,346$)
$S_2 (1,5 \text{ dS m}^{-1})$	0,480 ($\pm 0,071$)	1,821 ($\pm 0,266$)	41,234 ($\pm 8,746$)	2,731 ($\pm 0,399$)
$S_3 (2,5 \text{ dS m}^{-1})$	0,546 ($\pm 0,086$)	1,511 ($\pm 0,118$)	35,612 ($\pm 6,696$)	3,778 ($\pm 0,294$)
$S_4 (3,5 \text{ dS m}^{-1})$	0,551 ($\pm 0,084$)	1,377 ($\pm 0,111$)	35,860 ($\pm 8,657$)	4,818 ($\pm 0,388$)
$S_5 (4,5 \text{ dS m}^{-1})$	0,570 ($\pm 0,065$)	1,335 ($\pm 0,117$)	34,253 ($\pm 7,443$)	6,007 ($\pm 0,528$)
$S_6 (5,5 \text{ dS m}^{-1})$	0,587 ($\pm 0,093$)	1,299 ($\pm 0,127$)	32,770 ($\pm 8,643$)	7,147 ($\pm 0,697$)

(^{1,2,3,4}) os dados que deram origem a estas médias estão apresentados nos apêndices 1, 2, 3 e 4, respectivamente;

Os valores apresentados entre parêntese correspondem ao desvio padrão da média;

$FC = CE_{ad}/CE_a$; $FL = \text{Vol. drenado}/\text{Vol. aplicado}$; $\text{Consumo} = \text{Vol. aplicado} - \text{Vol. drenado}$.

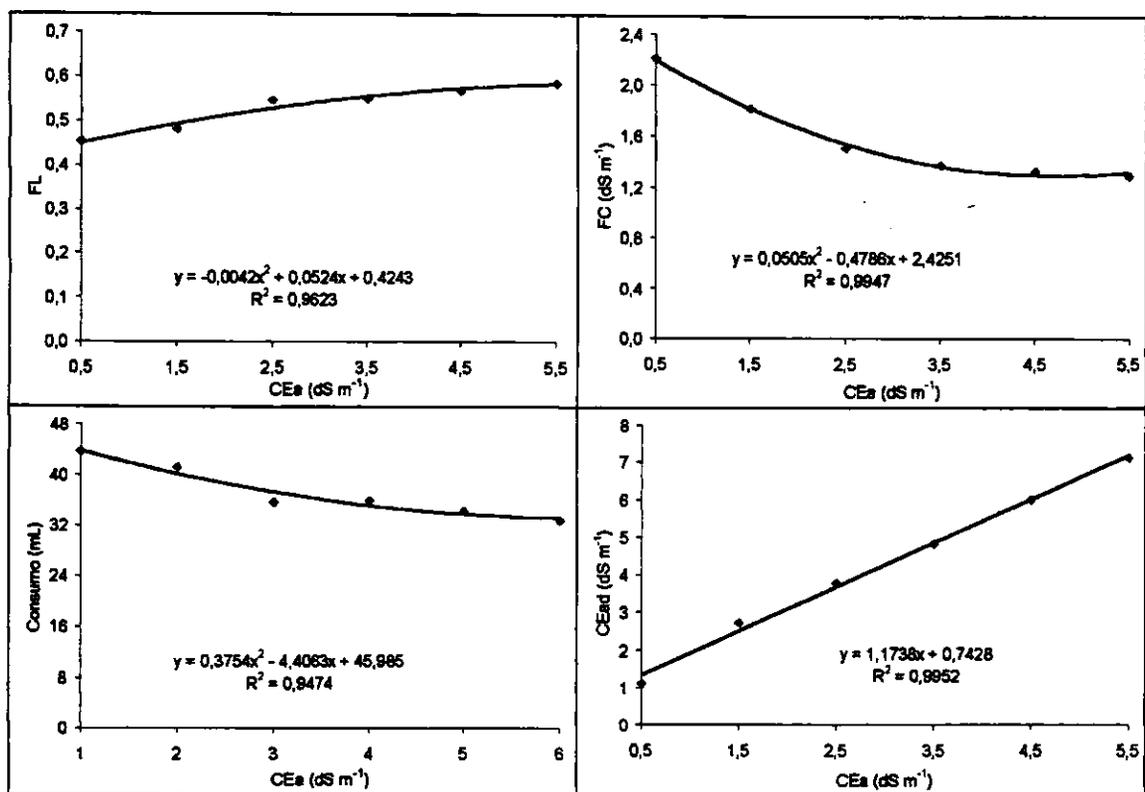


Figura 15. Dados médios de fração de lixiviação (FL), fator de concentração (FC), consumo de água e condutividade elétrica da água de drenagem (CEad) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

5. CONCLUSÕES

1. A gravioleira Morada tolera até $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ sem redução significativa do percentual de germinação, mas o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) acima de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ reduz a velocidade de emergência e prolonga o período de germinação.
2. Durante a fase de formação do porta-enxerto, o incremento da CEa acima de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ promove decréscimo do vigor, em termos de número de folhas, altura de plantas, diâmetro do caule e área foliar, sendo esta última a variável mais sensível à salinidade.
3. Com o estresse salino, ocorre decréscimo no porta-enxerto das variáveis fitomassa verde da parte aérea (FVA), fitomassas secas da parte aérea (FSA), de raiz (FSR) e total (FST), sendo o crescimento da parte aérea mais afetado do que o sistema radicular.
4. O teor de água da folha no estágio de enxertia do porta-enxerto não é afetado pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, mas o teor de água do caule cresce linearmente com o incremento da salinidade.
5. O acúmulo de matéria seca (taxa de crescimento absoluto - TCA) e a matéria nova produzida por unidade de matéria preexistente (taxa de crescimento relativo -TCR) do porta-enxerto decresce com o aumento da salinidade, sendo mais drásticos a partir de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ para a TCA e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ para a TCR. A fotossíntese líquida (taxa de assimilação líquida -TAL) decresce linearmente (16,59%) com o aumento unitário da CEa.
6. O número de porta-enxertos apto a serem enxertados é afetado pelo estresse salino (CEa), decrescendo 81,64% em $5,5 \text{ dS m}^{-1}$. O número de enxertos vivos diminui com o aumento da CEa acima de $1,22 \text{ dS m}^{-1}$ e com o tempo de exposição das plantas à salinidade, havendo morte de todas as plantas submetidas a CEa superior a $2,5 \text{ dS m}^{-1}$.

7. O aumento da concentração salina e do tempo de exposição das plantas provoca redução significativa do crescimento e desenvolvimento do enxerto, sendo a área foliar a variável mais prejudicada.
8. O incremento da salinidade da água de irrigação, aos 50 dias após a enxertia, afeta o teor de água da folha, aumentando o seu conteúdo, mas sem variar o teor de água do caule.
9. O consumo médio de água durante a formação da muda decresce 24,55% no nível 5,5 dS m⁻¹ em relação a 0,5 ds m⁻¹.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCON, J. J.; SANCHEZ-BLANCO, M. J.; BOLARIN, M. C.; TORRECILLAS, A. Growth and osmotic adjustment of two tomato cultivars during and after saline stress. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.166, p.75-82, 1994.
- ALBERICO, G. J.; CRAMER, G. R. Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion? 1. Preliminary screening of seven cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.16, p.2289-2303, 1993.
- ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. **Advances in Agronomy**, New York, v.16, p.139-180, 1964.
- AMORIM, J. R. A. **Comportamento do alho (*Allium sativum* L.) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. Campina Grande: UFPB, 1994. 97p. (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).
- ARAUJO FILHO, G. C.; ANDRADE, O. M. S.; CASTRO, F. de A.; SÁ, F. T. **Instruções técnicas para o cultivo da gravioleira**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, p.1-10, 1998. (Instruções Técnicas, 02).
- AUDRY, P.; SUASSUNA, P. A qualidade da água na irrigação do trópico semi-árido. Um estudo de caso. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE PEQUENA IRRIGAÇÃO, 1990, Recife. Anais.; Recife-PE: 1990, p.147-153.
- AZEVEDO NETO, A. D. de; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: parte II, distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.2, p.165-171, 2000.
- AYERS, A. D.; HAYWARD, H. E. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants. **Soil Science Society Proceeding**, Madison, v.13, p.224-226, 1949.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1991, 218p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BERNSTEIN, L. Osmotic adjustment of plants to saline media. I. Steady State. **Am. J. Bot.** v.48, p.909-18, 1961.
- 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. Crop growth and salinity. In: SCHILFGAARD, J. van (ed). **Drainage for agriculture**. Madison, American Society of Agronomy 1974. cap. 3, p.39-54. (Agronomy, 17).
- BERNSTEIN, L. Effect of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Rev. Phytopathol.**, Palo Alto, n.13, p. 295-311, 1975.
- BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E. Comparison of drip, furrow, and sprinkler irrigation. **Soil Science**. 115: 73-86, 1973a.
- BERNSTEIN, L.; HAYWARD, H. E. Physiology of salt tolerance. **Annual Rev. Plant Physiology**, Palo Alto, v.9, p.25-46, 1958.
- BINZEL, M. L.; HASEGAWA, P. M.; HANDA, A. K.; BRESSAN, R. A.;. Adaptation of tobacco cell to NaCl. **Plant Physiology**, Rockville, v.79, p.118-125, 1985.
- BLACK, C. A. Salinidad y exceso de sodio. In: Black, C. A. **Relaciones Suelo-planta**. 2.ed. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sul, v.1. p.391-444, 1975.
- BLISS, E. D.; PLATT-ALOIA, K. A.; THOMPSON, W. W. **Plant cell environment**. [S.I.: s.n.], 1986. 727p.
- BOSCO, J.; AGUIAR FILHO, S. P. de; BARROS, R. V. Superação de dormência em sementes de graviola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, 1995, Florianópolis. **Informativo ABRATES**. Londrina, ABRATES, 1995. 93p.
- BRADY, N.; BUCKMAN, H. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S. A., 1983. 647p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRESLER, E. Application of a conceptual model to irrigation water requirement and salt tolerance of crops. **Soil Science Society of America Journal**, v.51, p.788-793, 1987.
- BRESLER, E.; HOFFMAN, G. J. Irrigation management for salinity control: Theories and tests. **Soil Science Society of America Journal**, v.50, p.1552-1560, 1986.
- BRIGGS, G. E.; KIDD, F.; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. **Annual Applied Biology**, Cambridge, v.7, p.103-123, 1920.

- CAIRO, P. A. R. **Curso básico de relações hídricas de plantas**. Vitória da Conquista/BA: UESB, 1995. 32p.
- CALVAZARA, B. B. G.; MULLER, C. H. **Fruticultura tropical: a gravioleira (*Annona muricata* L.)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1987. 36p. (EMBRAPA-CPATU. Documento, 47).
- CAMPOS, C. A. B. **Germinação, desenvolvimento e produção de tomate, tipo industrial, sob estresse salino**. Campina Grande: UFPB, 2001. 149p. (Dissertação de Mestrado).
- CAÑIZARES ZAIAS, J. **Las frutas anonáceas**. La Habana: Ediciones Fruticosa, 1966. 63p.,il.
- CARNEIRO, P. T. **Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce sob condições de salinidade**. Campina Grande: UFPB, 2001. 85p. (Dissertação de Mestrado).
- CAVALCANTE, A. de M. B.; PEREZ, S. C. J. G. de A. **Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.2, p.281-289, 1995.
- CHAPMAN, V. J. **Salt marshes and salt deserts of the world**. London: Leonard Hill, 1960. 392p.
- CHAVES, J. C. M.; CAVALCANTE JUNIOR, A. T.; CORREIA, D.; SOUZA, F. X. de; ARAÚJO, C. A. T. **Normas de produção de mudas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 37p. (Documento, 41)
- 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.
- COLMER, T. D.; FAN, T. W. M.; HIGASHI, R. M.; LÄUCHLI, A. **Interactions of Ca^{2+} and NaCl stress on the relations and intracellular pH of *Sorghum bicolor* root tips: An in vivo ^{31}P -NMR study**. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.45, p.1037-1044, 1994.
- CORRÊA, M. P. **Graviola do Norte**. In: **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, 1926. v.3, 486-8.
- COSTA, A. M. G.; CAVALCANTE JUNIOR, A. T.; CORREIA, D.; COSTA, J. T. **Influencia do peso das sementes e de tratamentos para quebra de dormência na germinação da gravioleira (*Annona muricata* L.)**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XVI**, Fortaleza-CE, setembro, 2000. 324 p.
- COSTA, R. G.; GHEYI, H. R. **Variação da qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha-PB**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, p.1021-1025, 1984.
- CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHMIDT, C. **Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids**. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v.21, p.675-692, 1994.

- DAKER, A. **Irrigação e drenagem**. A água na agricultura. 2.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. v.3. 543p.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Las necesidades de aguas de los cultivos**. Roma: FAO, 1977, 143p. (Estudios FAO: Riego, Drenaje, 24).
- EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2.ed. Rev.atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documento, 1).
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 341p.
- 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. Salt tolerance of rice cultivars. *Plant and Soil*. Dordrecht, v.88, n.2, p.237-243, 1985.
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p. (EMBRAPA-CNPAF. Documento, 18).
- FAGERIA, N. K. Tolerância de cultivares de arroz à salinidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.2, p.281-288, 1991.
- FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.363-383.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 1991. 437p.
- FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal 1**. 2ª ed. São Paulo: EPU, 1985. 362p.
- FIGUEROA, M. **El cultivo de la guanabana**. Primer Curso Internacional sobre Fruticultura tropical. Maracay, Venezuela, 1978. 31p.
- 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.
- GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeitos da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. *Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, n.1, p.125-128, 2000.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F de; BATISTA, M. A. F. de. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos salinos sódicos**. Mossoró: ESAM, 1992. 70 p. (Apostila).

- GOES, C. S. **Problemas de salinidade e drenagem em projetos de irrigação no Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento.** Recife: MINTER/SUDENE, 1978. 20p.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 13.ed. São Paulo: Nobel, 1990, 468p.
- GUZMAN, F. **La guanabana.** Revisión bibliográfica. Bogotá, Fruticultura Tropical. Federación Nacional de Cafeteros de Colômbia. 1985. p. 232-253.
- HARADINE, A. R. Effects of salinity on germination and growth of *Pennisetum macrorum* in south Tasmania. **Journal of Applied Ecology**, v.19, p.273-282, 1982.
- HASSAN, N. A. K.; DREW, J. V.; KNUDSEN, D.; OLSON, R. A. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. I. Barley (*Hordeum vulgare* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.62, p.43-45. 1970a.
- HASSAN, N. A. K.; DREW, J. V.; KNUDSEN, D.; OLSON, R. A. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. II. Corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.62, p.46-48. 1970b.
- HAYWARD, H. E.; WADLEIGH, C. H. Plant growth on saline and alkali soils. **Advances in Agronomy**. 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.
- IZZO, R.; NAVAR-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.14, p.687-699, 1991.
- IZZO, R.; SCAGNOZZI, A.; BELLIGNO, A.; NAVARIZZO, F. Influence of NaCl treatment on Ca, K and Na interrelations in maize shoots. In: FRAGOSO, M. A. C.; BEUSICHEM, M. L. (ed). **Optimization of plant nutrition.** Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.577-582.
- JUNQUEIRA, N. T. V.; CUNHA, M. M. da; OLIVEIRA, M. A. S. **Graviola para exportação: aspectos fitossanitários.** Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1996. 67p.il. (FRUPEX).
- JURINAK, J. J.; WAGENET, R. J. Fertilization and salinity. In: YARON, D. (ed.). **Salinity in irrigation and water resources.** [S.l.: s.n.], 1981. p.103-119.

- KAMPHORST, A.; BOLT, G. H. Saline and sodic soils. In: BOLT, G. H.; BRUGGENT, M. G. M. (eds.) **Soil chemistry**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company. 1976. v.1, p.171-91. (Developments in Soil Science, 5A).
- KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.75, p.75-85, 1983.
- KHATRI, R.; SETHI, V.; KAUSHIK, A. Inter-population variations of *K. indica* during germination under different stresses. **Annals of Botany**, v.67, p.413-415, 1991.
- 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, P. J. **Water relations of plants**. Orlando: Academic Press, 1983. 489p.
- LARAQUE, A. **Estudo e previsão da qualidade química da água dos açudes do Nordeste**. Recife: SUDENE, 1989. 97p. (SUDENE. Hidrologia, 26).
- LÄUCHLI, 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.
- LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **California Agriculture**, Berkeley, v.38, n.10, p.18-21, 1984.
- LÄUCHLI, 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.
- LEDO, A. da S. **Recomendações básicas para o cultivo de gravioleira (*Annona muricata* L.)**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF/Acre, 1992. 10p. (EMBRAPA-CPAF/ACRE. Documentos, 13).
- LEOPOLD, A. C.; WILLING, R. P. Evidence for toxicity effects of salt on membranes. In: STAPLES, R. C.; TOENNIESSEN, G. H. **Salinity tolerance in plants**. New York: Willey, 1984. p.67-76.
- LEPRUN, J. C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste**. Recife: SUDENE, p.91-141, 1983. Relatório do Convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro.
- LETEY, J.; DINAR, A. Simulated crop-water production functions for several crops when irrigated with saline waters. **Hilgardia**. Davis, v.54, n.1, p.1-32, 1986.
- LETEY, J.; KNAPP, K. C.; SOLOMON, K. Crop production functions. In: TANJI, K. K. (ed.). **Agricultural salinity assessment and management manual**. New York: ASCE, 1990. cap. 14, p.305-326.

- LIMA, L. A. Efeito de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p. 113-136.
- LOGAN, J. **Interpretação de análises químicas da água**. Recife: U.S. Agency for International Development, 1965. 75p. (Trad. LEMOS, A. M. de.).
- LOPES, J. G. V.; OLIVEIRA, F. M. M.; ALMEIDA, J. I. L. de. **A gravioleira**. Fortaleza: EPACE/BNB, 1994. p.29-31.
- LUNIN, J. R.; GALLATIN, M. H. Salinity-fertility interactions in relation to growth and composition of beans. I. Effect of N, P e K. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, p.339-342, 1965.
- MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research**, v.1, p.12-36, 1986.
- 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: American Society Agronomy. 1978. cap. 1. p.277-9. (Special Publication, 32).
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M. G. (coord). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU / EDUSP, 1979. p.331-350.
- MARINHO, F. J. L. **Avaliação do crescimento e desenvolvimento de mudas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.) cv. Smooth Cayene, em diferentes salinidade da água de irrigação**. Campina Grande: UFPB, 1996. 89p. (Dissertação de Mestrado).
- MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo 'GAT' nos estados de RN, PB e CE**. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. (Dissertação de Mestrado).
- MEDEIROS, J. F. de; 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. Plant response to salinity: Experimental methodology and application to field. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, K. (eds.). **Soil salinity under irrigation**. New York: Springer/Verlog, 1984. p.284-297.

- 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).
- MELLO, F. de A. F. de; SOBRINHO, M. de O. C. do B.; ARZOLLA, S. **Fertilidade do solo**. Piracicaba: Nobel, 1983.400p.
- MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern: International Potash. Institute, 1987. 687p.
- NOBLE, C. L.; ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.146, n.1-2, p.99-107, 1992.
- NOBREGA NETO, G. M. da.; QUEIROZ, J. E.; SILVA, L. M. de M.; SANTOS, R. V. dos. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento inicial da leucena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3,n.2, p.257-260, 1999.
- OLIVEIRA, E. M. de. **Efeito da salinidade no desenvolvimento da graviola (*Annona muricata* L.)**. Areia: UFPB, 1991, 39p. (Monografia de Graduação).
- OLIVEIRA, F. A. de; CAMPOS, T. G. de S.; OLIVEIRA, B. C. Efeito de substratos salinizados na germinação, vigor e no desenvolvimento do algodoeiro herbáceo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.2, p.1-10, 1998.
- PALACIOS, O. V.; ACEVES, E. N. **Instructivo para el muestreo registro de dados 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 FILHO, E. G. **Comportamento de três cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em condições salinas**. Fortaleza: UFC, 1996. (Dissertação de Mestrado).
- 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.
- PEREZ, S. C. J. G. de A.; MORAES, J. A. P. V. de; Estresse salino no processo germinativo de algarobeira e atenuação de seus efeitos pelo uso de reguladores de crescimento. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.29, n.3, p.389-396, 1994.
- PESSARAKALI, M.; HUBER, J. T.; JACKSON, T. C. Protein synthesis in green beans under salt stress with two nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.12, p.1361-1377, 1989a.
- PESSARAKALI, M.; HUBER, J. T.; TUCKER, T. C. Protein synthesis in green beans under salt stress conditions. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.12, p.1105-1121, 1989b.

- PINTO, A. C. de Q.; SILVA, E. M. de. **Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. 41p. (Coleção plantar; 31).
- PINTO, A. C. de Q.; SILVA, E. M. de. **A cultura da graviola**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1995. 106p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX; 7).
- PITMAN, M. Ion transport in plant cell. In: SKORYNA, S. C.; EDWARD, D. W., (ed.) **Intestinal absorption of metal ions, trace elements and radionuclids**. London: Pergamon Press, 1970. p.115-133.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Madrid. Editora Agrícola Española, S. A. 1985. 542p.
- POSTAL, S. Saving water in agriculture. In: BROWN, L. R.; DURNING, A.; FLAVIN, C.; FRENCH, H.; JACOBSON, J.; LOWE, M. ed. **State of the world**. New York: W. W. Norton, 1990. p.39-58.
- PRISCO, J. T. Efeitos da salinidade na germinação de sementes e no crescimento das plantas. Fortaleza. In: **REUNIÃO SOBRE A SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS**. Fortaleza: Universidade do Ceará, 1978. 67p.
- PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do estresse salino. **Revista Brasileira de Botânica**, v.2, p.85-94, 1980.
- PRISCO, J. T.; BARBOSA, L.; FERREIRA, L. G. R. Efeito da salinidade na germinação e vigor de *Sorghum bicolor* (L) Moench. **Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v.5, n.1-2, p.13-17, 1975.
- PURIZAGA, C. A. **Ensayo sobre el efecto de la salinidad causada por el cloruro de sodio y el nitrato de sodio en germinacion del algodono, cebada y maiz**. Lima: Universidade Agrária, 1961. (Monografia de Graduação).
- RAINS, D. W. Metabolic energy cost for plant cell exposed to salinity. **California Agriculture**, p.22, october, 1984.
- 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 of Biology Science**, Melbourne, v.20, p.847-857, 1967.
- REDMAN, R. E. Osmotic and specific ion effects on the germination of alfafa. **Canadian Journal of Botany**, v.52, p.803-808, 1974.
- RHOADES, J. D. Quality of water for irrigation. **Soil Science**, Baltimore, v.113, n.4, p.277-284, 1972.
- RHOADES, J. D.; BINGHAM, F. T.; LETEY, J.; HOFFMAN, G. J.; DEDRICK, A. R.; PINTER, P. J. REPLOGLE, J. A. Use of saline drainage water for irrigation: Imperial Valley Study. **Agriculture Water Management**. Amsterdam, 16:25-36, 1989a.

- RHOADES, J. D.; 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. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- RIJVEN, A. H. G. C.; PARKASH, V. Cytoikinin – induced growth responses by fenugreek cotileons. **Plant Physiology**, v.45, p.638-640, 1970.
- RUSH, D. W.; EPSTEIN, E. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into a domestic tomato. **Journal American Society Horticultural Science**. Geneva, v.106, p.699-704, 1981.
- SANTOS, F. J. de S. **Produção de mudas de pé franco de graviola (*Annona muricata* L.) irrigadas com água de diferentes qualidades**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXVII, Fortaleza-CE, 1998. p.166-168.
- SANTOS, J. A. **Efeito da temperatura, pré-embebição e salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.)**. Campina Grande: UFPB, 1985. 91p. (Dissertação de Mestrado).
- 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.
- SANTOS, R. V. dos; HERNANDEZ, F. F. F. Recuperação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.319-361.
- SANTOS, R. V. dos; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.289-317.
- SHAINBERG, I., OSTER, J. D. **Quality of irrigation water**. Bet Dagan: International Irrigation Center, 1978. 65p.
- SHALHEVET, J.; REINIGER, P.; SHIMSHI, D. Peanut response to uniform and non-uniform soil salinity. **Agronomy Journal**, Madison, 61:384-387, 1969.
- SHALHEVET, J.; YARON, B. Effect of soil and water salinity on tomato quality. **Plant and soil**. Dordrecht, 39:285-292, 1973.
- 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.

- van HOORN, J. W.; van ALPHEN, J. G. Salinity control. In: RITZEMA, H. P. (ed.). 2.ed. **Drainage principles and applications**. Wageningen, The Netherlands: ILRI, 1994. Cap. 15, p.533-600. (ILRI Publication, 16).
- VARSHNEY, K. A.; BAIJAL, B. D. Effects of salt stress on seed germination of some pasture grasses. **Comparative Physiology and Ecology**, v.2, p.104-107, 1977.
- 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.
- VILLACHICA, H. **Guanábana**. In: Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia. Lima: FAO/GCP/RLA/118/NET, p.131-136, 1996.
- WASEL, Y. **Biology of halophytes**. New York: Academic Press, 1972. 395p.
- WILLIAN, M. D.; UNGAR, I. A. The effect of environmental parameters on the germination, growth and development of *Suaeda depressa* (Prush) wats. **American Journal of Botany**, v.59, p.912-918, 1972.
- YARON, B. Water suitability for irrigation. In: YARON, B.; DANFORS, E.; VAADIA, Y. (eds.). **Arid zone irrigations**. Berlin: Springer-Verlag. 1973. Cap.4, p. 71-85. (Ecological Studies, 5).
- 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. ANEXOSTabela A₁. Composição mineralógica do adubo foliar.

Nutrientes	% no produto
N	15
P ₂ O ₅	15
K ₂ O	20
Ca	1,5
Mg	0,05
Zn	0,2
B	0,05
Fé	0,1
Mn	0,02
Cu	0,05
Mo	0,01
S	3

Tabela A2. Resumo das médias para a fração de lixiviação (FL), consumo de água e fator de concentração (FC) em dez datas, correspondendo ao período de produção de mudas enxertadas de gravioleira, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).

Tratamentos	Fração de lixiviação (mm dia ⁻¹)										
	Datas de avaliação										
	17/Fev	04/Mar	19/Mar	05/Abr	19/Abr	05/Mai	20/Mai	03/Jun	18/Jun	10/Jul	
S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	0,43	0,52	0,50	0,44	0,45	0,36	0,39	0,55	0,44	0,43	
S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	0,51	0,52	0,48	0,42	0,45	0,35	0,46	0,57	0,59	0,45	
S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	0,61	0,55	0,54	0,46	0,51	0,39	0,62	0,70	0,54	0,52	
S ₄ (3,5 dS m ⁻¹)	0,54	0,51	0,54	0,48	0,56	0,51	0,63	0,75	0,48	0,50	
S ₅ (4,5 dS m ⁻¹)	0,55	0,56	0,54	0,52	0,58	0,46	0,62	0,67	0,66	0,55	
S ₆ (5,5 dS m ⁻¹)	0,55	0,57	0,54	0,48	0,55	0,47	0,65	0,77	0,69	0,62	
Tratamentos	Consumo (mm dia ⁻¹ planta ⁻¹)										
	S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	55,14	39,96	35,61	46,46	27,63	40,94	64,34	37,65	42,44	46,93
	S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	48,04	39,32	37,63	48,33	27,95	41,49	57,18	36,08	31,12	45,20
	S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	37,79	36,69	33,01	45,98	24,97	39,17	40,25	24,54	39,59	39,14
	S ₄ (3,5 dS m ⁻¹)	44,91	40,32	33,53	44,68	22,00	30,84	39,73	21,40	39,33	41,86
	S ₅ (4,5 dS m ⁻¹)	43,34	36,49	33,06	43,23	21,22	34,88	40,10	27,20	26,04	36,98
	S ₆ (5,5 dS m ⁻¹)	43,64	36,21	33,36	45,41	22,86	33,67	38,05	19,67	23,76	31,09
Tratamentos	Fator de concentração										
	S ₁ (0,5 dS m ⁻¹)	4,08	2,00	1,82	1,74	2,12	2,44	2,18	1,98	1,74	1,98
	S ₂ (1,5 dS m ⁻¹)	2,09	1,52	1,55	1,49	1,64	2,00	2,07	2,23	1,81	1,81
	S ₃ (2,5 dS m ⁻¹)	1,49	1,40	1,38	1,32	1,49	1,65	1,66	1,61	1,55	1,56
	S ₄ (3,5 dS m ⁻¹)	1,27	1,37	1,37	1,27	1,29	1,37	1,44	1,39	1,37	1,65
	S ₅ (4,5 dS m ⁻¹)	1,15	1,31	1,32	1,19	1,22	1,40	1,46	1,39	1,41	1,50
	S ₆ (5,5 dS m ⁻¹)	1,14	1,26	1,26	1,20	1,24	1,38	1,38	1,29	1,26	1,60