



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CAMPUS II**  
**COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA**



# **PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE GOIABEIRA**

**IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA**

**ANDRÉA BRITTO FRAGOSO DA SILVA**

**CAMPINA GRANDE  
PARAÍBA**





UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



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

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE GOIABEIRA IRRIGADAS  
COM ÁGUA SALINA**

**ANDRÉA BRITTO FRAGOSO DA SILVA**

**Campina Grande - Paraíba**  
**FEVEREIRO - 2002**

---

**ANDRÉA BRITTO FRAGOSO DA SILVA**  
Engenheira Florestal

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE GOIABEIRA**  
**IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA**

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

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

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de Irrigação e Drenagem do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre.

**CAMPINA GRANDE – PB**

**FEVEREIRO - 2002**



5586 d  
2002

Silva, Andréa Britto Fragoso da  
Desenvolvimento de mudas de  
Goiabeira irrigada com água salina/  
Andréa Britto Fragoso da Silva. –  
Campina Grande: UFPB, 2002.

79p.: il.

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) UFPB/DEAG

1- SALINIDADE - GOIABEIRA 2-  
IRRIGAÇÃO 3- ADUBAÇÃO ORGÂNICA

CDU: 581.526.326:582.883



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

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

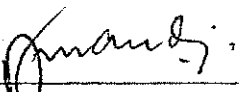
**PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA**

**ANDRÉA BRITTO FRAGOSO DA SILVA**

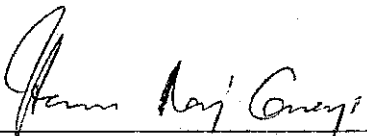
Título: "Desenvolvimento de Mudras de Goiabeira Irrigadas com Água Salina".

**BANCA EXAMINADORA**

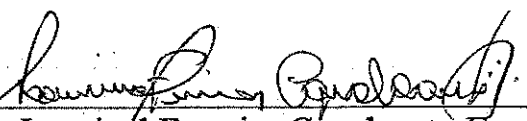
**PARECER**

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

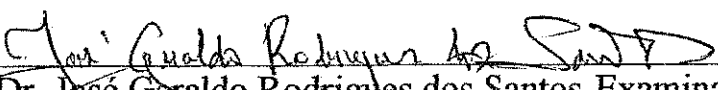
APROVADO  
\_\_\_\_\_

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

APROVADO  
\_\_\_\_\_

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

APROVADO  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos-Examinador

APROVADO  
\_\_\_\_\_

FEVEREIRO - 2002

Aos meus pais, Rui Fragoso da Silva e  
Laura Maria Britto Fragoso da Silva;  
aos meus irmãos  
Zulmira Britto Fragoso da Silva,  
Samuel Wesley Britto Fragoso da Silva,  
Ítalo Rui Britto Fragoso da Silva,

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me fazer chegar, todos os meios necessários à realização deste trabalho.

Aos meus familiares pela força dada para conseguir mais esse êxito profissional.

Aos orientadores Dr. Pedro Dantas Fernandes e Dr Hans Raj Gheyi, pela orientação dispensada durante o curso.

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

À Comissão de Perfeioamento de Nível Superior (CAPES), pela ajuda financeira, através da concessão de bolsa de estudo.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFPB, área de concentração em Irrigação e Drenagem, pela contribuição no aperfeiçoamento da minha formação acadêmica.

Ao pessoal do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) pelo auxílio dispensado.

Aos colegas de curso, a nossa amizade, convívio e lições de vida que juntos tivemos.

Aos estagiários Luciene e Paulo pela grande ajuda durante a parte prática deste experimento.

Ao Engenheiro Agrônomo José Wellington dos Santos, pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão – CNPA/EMBRAPA, a sua orientação no uso do Software Científico (SOC) para as análises estatísticas.

## ÍNDICE

<u>LISTA DE TABELAS</u> .....	VII
<u>LISTA DE FIGURAS</u> .....	VIII
<u>RESUMO</u> .....	XI
<u>ABSTRACT</u> .....	XII
1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	04
2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	04
2.2. EFEITOS DA SALINIDADE SOBRE AS PLANTAS .....	05
2.2.1. <u>Efeitos Osmóticos</u> .....	06
2.2.2. <u>Efeitos Tóxicos</u> .....	07
2.2.3. <u>Efeitos Nutricionais</u> .....	09
2.3. TOLERÂNCIA DAS CULTURAS À SALINIDADE .....	11
2.3.1. <u>Mecanismo de Tolerância</u> .....	13
2.3.2. <u>Determinação dos Valores de Tolerância</u> .....	14
2.4. SALINIDADE E FRUTICULTURA .....	15
3. MATERIAL E MÉTODO .....	21
3.1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	21
3.2. SOLO .....	21
3.3. TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	23
3.4. MUDAS .....	24



3.5. RECIPIENTES .....	24
3.6. PLANTIO, IRRIGAÇÃO E LIXIVIAÇÃO .....	24
3.7. ADUBAÇÕES .....	25
3.8. CUIDADOS FITOSSANTÁRIOS .....	26
3.9. VARIÁVEIS AVALIADAS .....	26
3.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
4.1. ALTURA DE PLANTAS .....	32
4.2. NÚMERO DE FOLHAS .....	37
4.3. FITOMASSA SECA DE RAIZ .....	41
4.4. FITOMASSA SECA DE CAULE .....	44
4.5. FITOMASSA SECA DE FOLHA .....	48
4.6. FITOMASSA SECA DE FRUTOS .....	52
4.7. FITOMASSA SECA DA PLANTA.....	54
4.8. RELAÇÃO RAIZ/PARTE AÉREA .....	59
4.9. CONSUMO DE ÁGUA .....	61
4.10. TOXICIDADE .....	63
5. CONCLUSÕES .....	66
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Concentração permissível de cloreto no extrato de saturação para algumas frutíferas.....	08
Tabela 02	Classificação dos grupos de tolerância relativa em conformidade com a salinidade limiar.....	15
Tabela 03	Tolerância relativa à salinidade de algumas frutíferas .....	16
Tabela 04	Tolerância de algumas fruteiras à salinidade e seu rendimento potencial em função da salinidade do solo ou da água de irrigação.....	17
Tabela 05	Caracterização físico-hídrica e química do solo utilizado no experimento..	22
Tabela 06	Valores de Condutividade Elétrica da água de irrigação (CEai) na ausência e presença de matéria orgânica nos tratamentos.....	23
Tabela 07	Resumo de ANAVA e médias para as variáveis de crescimento em altura e emissão foliar.....	29
Tabela 08	Resumo de ANAVA e médias para as variáveis de fitomassa de várias partes da planta.....	30
Tabela 09	Resumo de ANAVA e médias para a interação S x MO, referentes à fitomassa seca de caule.....	31
Tabela 10	Evapotranspiração das mudas de goiabeira, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), em dois períodos durante o experimento.....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Altura das plantas ao final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.....	35
Figura 02	Redução de altura das plantas em função dos níveis de salinidade da água.....	35
Figura 03	Taxa de crescimento diário, em altura, em função dos níveis de salinidade da água.....	36
Figura 04	Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a taxa de crescimento diário em altura das plantas.....	36
Figura 05	Número de folhas produzidas no final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.....	39
Figura 06	Efeito dos níveis de salinidade da água no número de folhas final da planta.....	39
Figura 07	Número de folhas produzidas durante o período do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.....	40
Figura 08	Efeito dos níveis de salinidade da água no número de folhas total da planta, durante o experimento.....	40
Figura 09	Fitomassa seca de raiz no final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.....	43
Figura 10	Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de raiz.....	43
Figura 11	Produção de fitomassa seca do caule, em função dos níveis de salinidade da água na ausência de matéria orgânica.....	46
Figura 12	Efeito dos níveis de salinidade da água dentro dos tratamentos sem matéria orgânica, sobre a produção de fitomassa seca de caule.....	46
Figura 13	Produção de fitomassa seca de caule em função dos níveis de salinidade da água na presença de matéria orgânica.....	47
Figura 14	Efeito dos níveis de salinidade da água dentro dos tratamentos com maté-	

	ria orgânica sobre a produção de fitomassa seca de caule.....	47
Figura 15	Produção de fitomassa seca de folhas, no final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.....	50
Figura 16	Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de folhas, no final do experimento.....	50
Figura 17	Produção de fitomassa seca de folhas, durante o período do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.....	51
Figura 18	Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de folhas, durante o período experimento.....	51
Figura 19	Produção de fitomassa seca de frutos, em função dos níveis de salinidade da água.....	53
Figura 20	Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de frutos....	53
Figura 21	Fitomassa seca de planta, no final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.....	56
Figura 22	Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de planta, no final do experimento.....	56
Figura 23	Fitomassa seca de planta, durante o experimento, em função dos níveis de salinidade da água.....	57
Figura 24	Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de planta, durante todo o período do experimento.....	57
Figura 25	Taxa de produção da fitomassa da planta, em função dos níveis de salinidade da água.....	58
Figura 26	Efeito dos níveis de salinidade da água na taxa de produção de fitomassa da planta.....	58
Figura 27	Relação raiz/parte aérea, em função dos níveis de salinidade da água.....	60
Figura 28	Efeito dos níveis de salinidade da água na relação raiz/parte aérea.....	60
Figura 29	Sintomas iniciais, em folhas, do efeito tóxico do uso de água salinizada s (tratamento de 2 dS m <sup>-1</sup> ).....	65
Figura 30	Evolução do efeito tóxico nas folhas, da direita (folha normal) para a es-	

	querda (clorose e necrose), comum em todos os tratamentos.....	65
Figura 31	Planta em estágio avançado de toxicidade, com paralisação do crescimento, no tratamento de $8 \text{ dS m}^{-1}$ (final do experimento).....	65

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE GOIABEIRA IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA****RESUMO**

Vem crescendo a produção de goiaba, para a comercialização na forma *in natura*, constituindo-se em importante atividade econômica no Nordeste brasileiro, com a ajuda de irrigação. É comum, nessa região, a utilização de águas salinas na irrigação. Considerando-se que a irrigação nessas condições pode causar injúrias às plantas, foi conduzido este trabalho, em casa de vegetação, no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, testando-se cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,0, 2,0, 4,0, 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup> a 25°C) em condições de solo com e sem matéria orgânica sobre o desenvolvimento das mudas, provenientes de estaquia, da cv. 'Paluma'. No preparo das águas de irrigação, utilizou-se a proporção 7:3, respectivamente para Na:Ca. O crescimento e o desenvolvimento das plantas foram avaliados aos 200 dias após o transplântio. De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que a 'Paluma' é sensível à salinidade da água de irrigação, sendo o crescimento e desenvolvimento das plantas, em termos de altura e área foliar, mais afetado acima de 2,0 dS m<sup>-1</sup> da água de irrigação, com mortes de plantas nos níveis mais elevados; o uso de águas com CE a partir de 2,0 dS m<sup>-1</sup> reduz drasticamente a fitomassa de folhas e de caule; a matéria orgânica favorece o crescimento e desenvolvimento da goiabeira e o efeito da salinidade sobre a área foliar é mais drástico em plantas não adubadas organicamente; o sistema radicular é mais afetado pela salinidade do que a parte aérea; o aumento dos níveis de salinidade da água diminui a evapotranspiração das plantas. Nas folhas surgiram sintomas de toxicidade aos sais, registrados através de fotografias.

**PALAVRA-CHAVE:** irrigação, adubação orgânica, *Psidium guajava*



**DEVELOPMENT OF GUAVA CUTTINGS IRRIGATED WITH SALINE WATER****ABSTRACT**

The production of guava for the commercialization 'in natura' is growing and constitutes an important economic activity in the Brazilian Northeast with the help of irrigation. Use of saline waters in irrigation is common in this region. Considering that the irrigation under these conditions may affect the plants, this study was conducted in a completely randomized design in a greenhouse, adopting a factorial (5 x 2) scheme. The effect of five levels of salinity of irrigation water (0,0, 2,0, 4,0, 6,0 and 8,0 dS m<sup>-1</sup> at 25<sup>0</sup> C) were tested using a soil with and without organic matter on the development of guava plants, obtained from cuttings of the cv. 'Paluma'. In the preparation of irrigation waters, 7:3 equivalent proportion was used, respectively for Na:Ca. The growth and development of plants were appraised up to 200 days after the transplanting. According to results obtained, the 'Paluma' is sensitive to the salinity of irrigation water; the growth and development of the plants, in terms of height and leaf area were more affected above 2,0 dS m<sup>-1</sup> and in higher levels plants died. The use of waters of electrical conductivity starting from 2,0 dS m<sup>-1</sup> reduced the phytomass of leaves, stem and fruits drastically; the organic matter favored the growth and development of the guava plant; the root system was more affected by the salinity than the aerial part; the increase in water salinity decreased the evapotranspiration of the plants. In the leaves, toxicity symptoms of the salts appeared and were registered through photographs.

**KEY WORDS:** irrigation, organic fertilization, *Psidium guajava*

## 1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae, com cerca de 110 a 130 espécies de árvores e arbustos, todas naturais da América tropical e subtropical (Gonzaga Neto, 1994). Esta frutífera tem importante valor econômico, pois os seus frutos são muito utilizados pelas indústrias alimentícias sob múltiplas formas (purê ou polpa, néctar, suco, compota, sorvete); é também amplamente consumida na forma *in natura* devido ao seu agradável sabor e considerável teor de vitamina A, tiamina, niacina, ferro e ácido ascórbico dos mais altos entre as frutas (Martin, 1967; Carnevali, 1976; Pereira & Martinez Júnior, 1986; Gerhart *et al.*, 1997).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de goiabas (ITAL, 1988). É possível se encontrar pomares comerciais de goiabeiras, do Nordeste ao Rio Grande do Sul, com boa produção de frutos. De acordo com Gonzaga Neto (1994), o Nordeste brasileiro poderá ser um grande produtor de goiaba para comercialização interna e para exportação na forma *in natura*; para isso, os pomares devem ser implantados com variedades selecionadas e utilizando sistemas de irrigação, com possibilidade de atingir níveis de produtividade relativamente mais altos que os registrados em outras regiões brasileiras, com até duas safras por ano. Portanto, a irrigação constitui-se em insumo essencial ao Nordeste, em virtude da irregularidade das chuvas e longos períodos de déficit hídrico para as culturas no período da estiagem (Gheyi *et al.*, 1997).

Considerando que nesta região as águas utilizadas nas irrigações apresentam, na maioria das vezes, concentração de sais na faixa de 1 a 30 mmol<sub>e</sub>L<sup>-1</sup>, correspondendo à faixa de condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m<sup>-1</sup>, poderá o seu uso na agricultura, aliado à intensa evaporação e à falta de drenagem de solo adequada, provocar problemas de salinidade (Costa *et al*, 1982; Leprun, 1983; Laraque, 1989; Audry & Suassuna, 1990).

De acordo com Withers & Vipond (1988) e Ayers & Westcot (1991), nem todas as culturas respondem, igualmente, à salinidade; algumas produzem rendimentos com viabilidade econômica sob níveis altos de salinidade e outras são sensíveis em índices relativamente baixos, porque os efeitos da salinidade variam entre espécies e entre genótipos de uma mesma espécie (Strogonov, 1964). Essa diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica de algumas espécies, sendo capazes de absorver e acumular íons e utilizá-los na síntese de compostos orgânicos, além de terem maior capacidade de absorção de água, mesmo em potenciais osmóticos considerados baixos. A variabilidade genética entre as plantas, revela-se bastante útil, por permitir a seleção de espécies e cultivares mais tolerantes e, portanto, capazes de produzir, em termos economicamente aceitáveis, mesmo em condições de salinidade (Ayers & Westcot, 1991).

Diante dos problemas causados pelos efeitos salinos, há necessidade de se obter informações mais detalhadas e consistentes sobre a tolerância das culturas aos sais nas suas diferentes fases de desenvolvimento. Na maioria das vezes, a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas são os estágios mais críticos das culturas sob condições salinas; um monitoramento criterioso nessas fases deve ser procedido, quer entre espécies, quer entre variedades de uma mesma espécie, visando assegurar-se um "stand" homogêneo e promissor das plantas em áreas salinizadas (Ayers, 1952; Feigin, 1985; Gheyi *et. al*, 1987; Pereira, 2000).

Para parte das espécies cultivadas há informações sobre efeitos da qualidade de água e da salinidade do solo sobre os rendimentos, no entanto para a goiabeira, tais informações são ainda bastante limitadas. Munish *et al*. (1980) verificaram que a sobrevivência e o crescimento de goiabeira foram reduzidos significativamente com

o aumento da salinidade do solo acima de  $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Patil et al. (1984) concluíram que a salinidade limiar da goiabeira 'Sardar', proveniente de propagação seminífera, é de  $4,2 \text{ dS m}^{-1}$  de CE do extrato de saturação, com redução drástica do crescimento quando submetida a substrato com  $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ ; também para a goiabeira 'Sardar', enxertada, Singh & Pathak (1992) verificaram haver redução de 12,4% no crescimento quando a CE do extrato de saturação era de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ , concluindo que mudas provenientes de propagação vegetativa são menos tolerantes do que as originadas de propagação seminífera. Pereira (2000) verificou para as cultivares 'Pentecostes', 'Paluma', 'Surubim', e 'IPA B - 38' redução significativa no crescimento quando submetidas à irrigação com água de CE de  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ .

Portanto, considerando-se a escassez de informações sobre os efeitos do estresse salino envolvendo também a adubação orgânica, em goiabeira, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, sobre o desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira da cultivar 'Paluma', obtidas através da estaquia.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sucesso da agricultura irrigada não depende apenas da quantidade, mas também da qualidade da água, pois, apesar da água de irrigação incrementar o rendimento das culturas, pode modificar as propriedades dos solos irrigados, afetando sensivelmente a produtividade das plantas (Yaron & Vink, 1973).

Segundo Kovda *et al.* (1973), independentemente da fonte, toda água de irrigação contém sais dissolvidos; o tipo e a quantidade dos sais dependem de sua origem, isto é, da composição química dos solos da bacia de captação da água. Portanto, qualquer adição de água ao solo, quer seja pela ascensão capilar do lençol freático, quer pela irrigação, implica necessariamente em adição de sais ao perfil (Kamphorst & Bolt, 1976; Barrios, 1976; Oliveira, 1997). Caso a água seja aplicada em excesso e as condições de infiltração e drenagem sejam adequadas, a salinidade do solo poderá permanecer em nível baixo. No entanto, quando a remoção de sais da zona radicular é bastante restrita, essa razão pode facilmente elevar-se para 20 vezes ou até mais, com danos conseqüentes para muitas culturas (Bernstein, 1964). Além disso, se a água for parcialmente fornecida ou o lençol freático for elevado, impedindo a percolação do excesso de água, a concentração da solução do solo poderá atingir valores cerca de 40 a 80 vezes maiores que o da água original (Doneen, 1975).

Assim, a verificação da adequabilidade da água para fins de irrigação deve considerar, principalmente, fatores relacionados ao teor e tipo de sais, às características do solo, tolerância da cultura, condições climáticas, manejo da irrigação e condições de drenagem (Rhoades, 1972; Kovda *et al.*, 1973; Christiansen *et al.*, 1977). Uma mesma água pode ser considerada perfeitamente adequada para um certo tipo de solo ou cultura, e inadequada para outros (Hoorn, 1971).

## 2.2 EFEITOS DA SALINIDADE SOBRE AS PLANTAS

As plantas, quando tolerantes aos efeitos dos sais são denominadas halófitas e, quando não, glicófitas (Maas, 1984).

Os efeitos dos sais sobre as plantas podem resultar em dificuldade de absorção de água pelo vegetal, similares àquelas de adubações excessivas, e podem provocar interferência nos processos fisiológicos ou mesmo toxidez. Determinados íons, como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , podem: (I) tornar-se tóxicos quando presentes na célula vegetal em demasia; (II) danificar a membrana celular; e (III) promover distúrbios metabólicos, afetando a fotossíntese, respiração, metabolismo de proteínas, atividades enzimáticas, produção de toxinas etc (Strogonov *et al.*, 1972). Strogonov (1964) constatou efeitos específicos de sais solúveis, em excesso, danificando diretamente os tecidos vegetais e indiretamente interferindo na disponibilidade e absorção de nutrientes. Segundo Rhoades & Loveday (1990) e Bernardo (1992), os efeitos da salinidade são manifestados na redução das taxas de germinação e de crescimento, redução do rendimento, e, em certos casos severos, podem causar a morte generalizada das plantas.

A salinidade diminui o processo fotossintético, mais precisamente pela redução da área foliar disponível para fotossíntese (Khalil *et al.*, 1967), e tende a aumentar a respiração da folha (Hoffman & Phene, 1971). Plantas desenvolvidas em meio salino tendem a apresentar redução e desuniformidade no crescimento, sintomas de toxidez pela



presença de coloração verde-escura, manchas desnudas no solo, além de queimaduras nas bordas das folhas. No entanto, essas características, muitas vezes, não são indicações precisas de salinidade, podendo ser confundidas com efeitos causados por baixa fertilidade do solo (Richards, 1954).

### 2.2.1 Efeitos Osmóticos

As plantas extraem água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção da água exercida pelo solo. À medida em que diminui o teor de umidade do solo, as forças que retêm a água restante tornam-se maiores. Quando a água do solo é retida com força superior às forças de extração, inicia-se a 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, por conseguinte, a magnitude do problema de escassez de água na planta (Ayers & Westcot, 1991).

Muitos pesquisadores têm demonstrado a estreita relação entre potencial osmótico da solução do solo e crescimento das plantas. Existem evidências de que um aumento da pressão osmótica da solução do solo, provocado por altas concentrações de sais solúveis, provenientes de água de irrigação e/ou do lençol freático elevado, pode diminuir ou mesmo impedir a absorção de água pelas raízes das plantas. Os sais presentes na solução do solo podem afetar o desenvolvimento das plantas, entre outros motivos, por seu efeito osmótico, reduzindo e/ou impedindo a absorção de água (Thorne & Peterson, 1954). À medida em que aumenta a concentração salina da solução do solo, aumenta a pressão osmótica, até um ponto em que as raízes das plantas não têm força de sucção suficiente para se contrapor a essa pressão osmótica, e, em consequência, não absorvem água (Pizarro, 1985). À proporção que o solo seca, a tensão da água no solo aumenta, diminuindo ainda mais a disponibilidade de água para as plantas (Richards, 1954). É por isso que o caráter de halofitismo (tolerância a “habitats” salinos) deve-se a adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas, que lhes permitem absorver água de soluções com elevada concentração salina e baixa pressão osmótica (Pizarro, 1985).

As plantas desenvolvem mecanismos para se adaptar ao estresse salino. Um deles é a diluição, na qual as plantas procuram manter o potencial hídrico de seus tecidos maior que o do solo, por alguns momentos (Levitt, 1980). Outro mecanismo é o fechamento dos estômatos, em ambientes com altas concentrações de sais (Malakandaiah & Kajeswararao, 1979). Porém, o mais importante dos mecanismos de adaptação ao estresse salino é o ajuste osmótico ou osmorregulação, através do qual alguns vegetais tendem a aumentar a sua concentração de solutos, com decréscimo no potencial interno de água que se torna suficientemente mais baixo que o potencial de água externo (Levitt, 1980; Bresler *et al.*, 1982; Klar, 1984; Fageria, 1989). Conforme os autores, ao ocorrer a transpiração, rapidamente haverá absorção de água, continuando o ciclo, reduzindo o estresse causado pela salinidade.

No entanto, Daker (1988) relata que, embora algumas plantas consigam sobreviver em condições de salinidade, o fato de parte da energia ser utilizada para esse mecanismo pode se refletir negativamente em seu crescimento e desenvolvimento.

O alongamento celular é particularmente sensível ao estresse osmótico, sendo o efeito sobre o crescimento do tecido mais acentuado pelo déficit de água, fato observado em glicófitas relativamente tolerantes aos sais. As glicófitas, sensíveis aos sais, como leguminosas e frutíferas, têm inadequado controle sobre a absorção de íons quando expostas a meio salino (Lauchi & Epstein, 1984). Além disso, a salinidade afeta a forma, a taxa de crescimento e a espessura das folhas, que passam a possuir maior capacidade fotossintética por unidade de área foliar do que as plantas em condições não salinas (Terry & Waldron, 1984).

### 2.2.2 Efeitos Tóxicos

A toxicidade é um problema que ocorre internamente na planta, não provocado pela deficiência hídrica (Ayers & Westcot, 1991). Segundo Smedema &

Rycroft (1988), os problemas de toxicidade são decorrentes da concentração elevada de um cátion ou ânion específico, bem como de uma composição salina desfavorável na solução do solo, resultando em excessiva ou desbalanceada absorção pelas plantas. Para Ayers & Westcot (1991), os íons que mais frequentemente causam toxicidade são o cloreto, o sódio e o boro. Smedema & Rycroft (1988) também citam que o cloreto contido na água de irrigação, seguido pelo sódio e boro, mesmo em concentrações relativamente baixas, são as principais causas de toxicidade. Segundo Cruciani (1997), o sódio e o cloreto são íons que mais causam danos às folhas das plantas em geral, inclusive das frutíferas.

No caso do cloreto, concentrações de 0,3 a 1,0%, na matéria seca das folhas, induzem a danos caracterizados por necrose e até desfolhamento da planta. As espécies tolerantes podem acumular até 4 ou 5% de cloro sem emitir sintomas de toxicidade (Ayers & Westcot, 1991). Na Tabela 01 constam dados de toxicidade de cloreto em algumas culturas.

Os sintomas de toxidez de sódio manifestam-se sob a forma de queimaduras ou necrose, ao longo das bordas das folhas, em concentrações de 0,25 a 0,50%, em base de fitomassa (Ayers & Westcot, 1991); concentrações de boro nas folhas entre 1 e 1,2 mg/L provocam o surgimento de manchas secas nas bordas e no ápice das folhas mais velhas. Os sintomas de toxidez, provocados por esse íon, variam, ainda, de acordo com a cultura. Ainda segundo esses autores, o acúmulo tóxico do elemento na planta ocorre tendo como origem o solo ou a água de irrigação.

Tabela 01. Concentração permissível de cloreto no extrato de saturação do solo para algumas frutíferas

<i>Culturas</i>	<i>Concentração ( mmolcL<sup>-1</sup> )</i>
Tangerina	25
Laranja Azeda	15
Laranja Doce	10
Limoeiro	15
Videira	10
Abacateiro	5-8
Framboeseira	5

Fonte: extraído de Ayers & Westcot (1991)

De acordo com Strogonov (1964), o efeito prejudicial da toxicidade de sais no desenvolvimento das culturas é variável, dependendo do tipo e da concentração de íons envolvidos, bem como da espécie ou variedade vegetal. Em geral, as culturas perenes são sais sensíveis do que as culturas anuais (Ayers & Westcot, 1991).

Observações de distúrbios em bananeiras, como resultado de toxidez de sódio, foram relatadas no Equador (Charpentier & Martin-Prevel, 1968), na Colômbia (Colmet-Daage et al., 1968), e nas Ilhas Canárias (Garcia, 1977). No Brasil, o aumento da concentração de NaCl no substrato, principalmente nos níveis de salinidade entre 6,60 e 10,75 dS m<sup>-1</sup>, provoca redução na percentagem de brotação de gemas em rizomas da bananeira e redução da matéria seca da parte aérea e da raiz, nas cultivares Pacovan e Mysore segundo dados relatados por Araújo Filho (1991).

### 2.2.3 Efeitos Nutricionais

Segundo Cruciani (1997), os efeitos de íons específicos não envolvem, necessariamente, a ação direta do sal ou íon no tecido vegetal. Alguns se fazem sentir pelo desequilíbrio que provocam na absorção de nutrientes essenciais ao metabolismo normal da planta.

Hassan *et al.* (1970) observaram que a salinidade influencia a composição mineral das plantas. As desenvolvidas em condições salinas sofrem alterações marcantes no metabolismo de nitrogênio, alterando os processos de síntese e hidrólise dos compostos protéicos (FAO / UNESCO, 1973). Teores elevados de sais também reduzem as reações fotossintéticas, a produção de ácido nucléico e a atividade enzimática, afetando também, o balanço hormonal das plantas (Chavan & Karadge, 1980). Para Strogonov (1964) e Bernsteins (1975), os maiores efeitos nutricionais da salinidade são aqueles mais diretamente associados à nutrição catiônica.

O excesso de um íon no solo, na água ou no substrato pode provocar deficiência de outro, devido à sua precipitação sob forma insolúvel ou inibição de sua absorção. Por exemplo, excesso de sulfato, carbonato e bicarbonato poderão precipitar o cálcio, afetando o crescimento da planta pela reduzida disponibilidade do cátion precipitado e não pelo excesso do íon (Gheyi *et al.*, 1991).

O sódio, apesar de não ser considerado essencial às plantas, quando em concentrações adequadas, pode favorecer o cultivo de algumas hortaliças, especialmente beterraba, aipo, acelga e nabo (Richards, 1954; Daker, 1988). No entanto, quando em excesso, pode afetar negativamente o desenvolvimento da maioria das plantas cultivadas (Salisbury & Ross, 1978). Outra observação é que, para algumas culturas anuais, a toxicidade do sódio manifesta-se muito mais em função da deficiência de cálcio, resultado de complexas interações entre esses íons (Ayers & Westcot, 1991).

O sódio não somente causa danos foliares específicos, observados em culturas perenes, como também afeta a nutrição das plantas (Bernstein, 1974). Outra interferência, quanto ao aspecto nutricional, é verificada em faixas de pH geralmente altas, associadas a solos sódicos, reduzindo a disponibilidade de alguns elementos essenciais às plantas (Bhumbla & Abroll, 1978; Gheyi *et al.*, 1991). Nesse caso, a absorção de potássio, cálcio e magnésio é reduzida (Russel & Russel, 1973), como também dos elementos essenciais zinco, manganês e ferro, refletindo-se na inibição do crescimento das plantas (Brady & Buckman, 1983). Geralmente, altas concentrações de sulfato diminuem a absorção de sódio, problemas em cultivos susceptíveis (Arnon, 1972; Greenway, 1973).

### 2.3 TOLERÂNCIA DAS CULTURAS À SALINIDADE

A tolerância das espécies ou cultivares aos sais é expressa, geralmente, pela relação entre a condutividade elétrica do substrato e a produção (Richards, 1954; Feigin, 1985; Fageria, 1989).

Segundo Lauchi & Epstein (1984), as plantas tolerantes à salinidade são designadas como plantas halófitas e sobrevivem em ambientes com concentração de até 15 g/L de cloreto de sódio, equivalente à metade da concentração da água do mar. Essas plantas absorvem, por exemplo, o cloreto de sódio em altas taxas e o acumulam em suas folhas para estabelecer um equilíbrio osmótico com o baixo potencial da água presente no solo. As plantas sensíveis à salinidade não são capazes de realizar o ajuste osmótico e sofrem com o decréscimo de turgor, levando-as ao estresse hídrico por osmose. O excesso de sais causa desbalanceamento e prejuízos ao citoplasma, resultando em danos, principalmente, na bordadura e no ápice das folhas pelo acúmulo de sais transportados do solo, havendo, obviamente, intensa toxidez de sais. Essa excessiva salinidade reduz o crescimento, a taxa de transpiração e o desenvolvimento da planta.

Os efeitos da salinidade são manifestados em perdas de "stand", redução na taxa de crescimento da planta, redução no rendimento e, em certos casos severos, falha total da cultura. A salinidade limita a absorção de água pelas plantas por reduzir o potencial osmótico e, conseqüentemente, o potencial total de água no solo (Rhoades & Loveday, 1990).

Como a resposta da planta à salinidade não depende apenas da concentração de sais, um estudo rigoroso da tolerância das plantas à salinidade deverá considerar, além da quantidade de sais solúveis totais, outros fatores que, freqüentemente, interferem na produção, tais como planta, solo e clima (Pizarro, 1985; Maas, 1985; Fageria, 1989).

Fator planta - A salinidade afeta a planta durante todo o seu ciclo fenológico. A sensibilidade das culturas geralmente varia com o estágio de crescimento da



Fator planta - A salinidade afeta a planta durante todo o seu ciclo fenológico. A sensibilidade das culturas geralmente varia com o estágio de crescimento da planta (Shainberg & Oster, 1978; Fageria, 1989). Existem diferenças, também, entre as cultivares de uma mesma espécie (Bresler *et al.*, 1982; Maas, 1985; Gheyi *et al.*, 1987). Contudo, as maiores diferenças parecem estar entre cultivares de espécies com maior tolerância à salinidade (Ayers & Westcot, 1991).

Fator solo - A tolerância das culturas varia com o nível de fertilidade do solo, podendo aumentar, diminuir ou até mesmo não ser afetada, dependendo das interações fertilidade/salinidade que podem ocorrer (Ayers & Westcot, 1991; Fageria, 1989). Níveis elevados de nutrientes não aumentam significativamente a tolerância, principalmente quando a salinidade induz a deficiência de um nutriente ou quando a má condição física do solo impede o desenvolvimento da raiz, refletindo-se em baixa absorção do nutriente (Bernstein, 1975). Podem ocorrer reduções na tolerância à salinidade, como resultado de uma excessiva fertilização, no entanto, se a aplicação de fertilizante não causar desequilíbrio nutricional, não haverá efeito significativo na redução da tolerância das culturas aos sais (Maas & Hoffman, 1977).

A umidade do solo e a frequência de irrigação podem também afetar a tolerância das culturas à salinidade. Quanto mais seco o solo, mais baixos são os potenciais osmótico e matricial da solução do solo. Ademais, o efeito inibitório desses potenciais no crescimento da planta tende a ser aditivo (Bresler *et al.*, 1982; Rhoades & Loveday, 1990). Com aumento da umidade, haverá maior diluição dos sais na solução do solo, diminuindo o efeito da toxidez e dos sais no crescimento das plantas (Maas & Hoffman, 1977).

Fator clima - Segundo Maas (1986), o clima pode afetar a resposta da planta à salinidade. Em geral, a tolerância à salinidade é reduzida sob condições de climas quentes e secos, sendo mais pronunciada nas culturas sensíveis; contrariamente, culturas em climas frios ou no período do inverno são mais tolerantes à salinidade.

### 2.3.1 Mecanismo de Tolerância

O princípio da tolerância das plantas à salinidade fundamenta-se em mecanismos de adaptação de natureza morfológica e fisiológica (Maas & Nieman, 1978).

Mecanismo morfológico - O mais evidente mecanismo de tolerância à salinidade é a adaptação morfológica das plantas. Nas espécies tolerantes ocorrem alterações morfológicas e anatômicas para superar a deficiência hídrica (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979). A mudança de estrutura inclui redução do tamanho e número de folhas, diminuição do número de estômatos, alteração na sua distribuição nas folhas, aumento na grossura da cutícula foliar e diminuição da diferenciação e do desenvolvimento do tecido vascular (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1989). A salinidade, freqüentemente, inibe menos o crescimento das raízes do que o da parte aérea, resultando numa maior relação raiz/parte aérea (Eaton, 1942; Maas & Hoffmann, 1977; Fageria, 1989). Este fenômeno é indicativo de que se mantém a capacidade de absorção de água da planta e diminui a taxa de transpiração. Entretanto, nem todas as partes da planta são igualmente afetadas pela salinidade (Maas & Hoffmann, 1977), bem como as adaptações de ordem morfológica variam tanto entre espécies como de cultivar para cultivar (Fageria, 1989).

Mecanismo fisiológico - As plantas tolerantes à salinidade ajustam-se ao estresse osmótico, ou seja, as células aumentam a sua concentração de solutos com decréscimos nos potenciais internos de água, que se tornam suficientemente mais baixos que os potenciais externos (Bresler *et al.*, 1982). O ajustamento osmótico envolve a absorção e a acumulação de íons inorgânicos, bem como a síntese de solutos orgânicos, como carboidratos e ácidos orgânicos (Fageria, 1989).

O mecanismo mais importante para regular o estresse osmótico talvez seja a absorção seletiva de íons, pois plantas tolerantes possuem a capacidade de adquirir nutrientes essenciais na solução salina em que a concentração de íons não essenciais

(tóxicos) é muito maior do que a de íons essenciais (Fageria, 1989). Apesar do ajustamento osmótico, mediante absorção e síntese de solutos, a velocidade com que a água é absorvida pode ser tão baixa que o crescimento e o metabolismo em geral pode declinar consideravelmente. Ademais, a capacidade da célula vegetal para acumular sais é limitada (Kramer, 1983; Klar, 1984).

### 2.3.2 Determinação da Tolerância à Salinidade

A tolerância da cultura aos sais tem sido normalmente expressa em função de decréscimo da produção provocado pela concentração de sais solúveis, comparando-se com a produção em condições não salinas. A tolerância absoluta não pode ser determinada porque muitas interações entre plantas, solo, água e fatores ambientais influenciam na habilidade do vegetal se ajustar aos sais. Fisiologicamente, a salinidade afeta as plantas de várias maneiras, sendo evidente que sintomas visuais de injúria ocorrem, principalmente, sob salinidade extrema. Plantas afetadas por sais, às vezes, parecem normais, embora estejam atrofiadas e possam ter folhas de coloração verde-escura que, em muitos casos, são espessas e suculentas (Maas & Hoffman, 1977).

Diversos são os níveis críticos de tolerância para a maioria das culturas, usando critério de rendimento relativo. A tolerância à salinidade das culturas é expressa em termos de salinidade limiar, que é o nível máximo de salinidade média na zona radicular tolerado pela cultura, sem afetar negativamente seu desenvolvimento (Richards, 1954; Maas & Hoffman, 1976; Maas, 1985; Ayers & Westcot, 1991). Maas & Hoffman (1977) citam que o crescimento vegetativo diminui linearmente com o aumento da salinidade acima do valor da salinidade limiar.

Os limites de tolerância relativa, ainda que arbitrários, são de grande importância na comparação das culturas e no planejamento geral. Na falta de suficientes dados experimentais, Maas (1984) elegeu a tolerância relativa das culturas como um

quanto a sua tolerância relativa à salinidade, podem ser classificadas conforme apresentado na Tabela 02.

Tabela 02. Classificação dos grupos de tolerância relativa em conformidade com a salinidade limiar.

<i>Grupos de Tolerância relativa</i>	<i>Salinidade Limiar (dS.m<sup>-1</sup>)</i>
Sensíveis	< 1,3
Moderadamente sensíveis	1,3 – 3,0
Moderadamente tolerantes	3,0 – 6,0
Tolerantes	6,0 – 10,0
Não adequado para a maioria das culturas	>10,0

Fonte: Maas (1984).

Maas & Hoffman (1977) obtiveram uma relação linear entre a salinidade e os rendimentos das culturas, representada pela equação  $Y = 100 - b (CEes - SL)$ , onde: Y corresponde à percentagem de rendimento potencial; SL é o nível de salinidade limiar da cultura, em dS m<sup>-1</sup>; CEes é a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, em dSm<sup>-1</sup>, expressando a condição de salinidade do solo; e “b”, a perda potencial de rendimento provocada pelo aumento unitário acima da condutividade elétrica do limiar de tolerância da cultura. Para Y igual a zero, tem-se:  $b = 100 / (CEes - SL)$

#### 2.4. SALINIDADE E FRUTICULTURA

Em geral, existem poucas informações sobre o comportamento das fruteiras em condições de salinidade. Alguns autores apresentam uma relação de espécies, classificadas quanto à tolerância à salinidade, da qual foram extraídas as frutíferas contidas na Tabela 03 (Maas & Hoffman, 1977; Maas, 1984; Maas, 1986).

Tabela 03. Tolerância relativa à salinidade de algumas frutíferas.

TOLERANTES	
Tamareira ( <i>Phoenix dactylifera</i> )	
MODERADAMENTE TOLERANTES	
Figueira ( <i>Ficus carica</i> )	Oliveira ( <i>Olea europaea</i> )
Jujuba ( <i>Zizifus jujuba</i> )	Romãzeira ( <i>Punica granatum</i> )
Mamoeiro ( <i>Carica papaya</i> )	
SENSÍVEIS	
Abacateiro ( <i>Persea americana</i> )	Mangueira ( <i>Mangifera indica</i> )
Abacaxi ( <i>Ananas comosus</i> )	Maracujazeiro ( <i>Passiflora edulis</i> )
Ameixeira ( <i>Prunus domestica</i> )	Morangueira ( <i>Fragaria sp.</i> )
Laranjeira ( <i>Citrus sinensis</i> )	Pessegueiro ( <i>Prunus persica</i> )
Limoeiro ( <i>Citrus limon</i> )	Videira ( <i>Vitis sp.</i> )
Macieira ( <i>Malus sylvestris</i> )	Tangerina ( <i>Citrus reticulata</i> )

Fonte: extraído de Maas & Hoffman (1977); Maas (1984) e Maas (1986)

Maas e Hoffman (1977) e Maas (1984) apresentam valores de rendimento potencial de algumas frutíferas em função da salinidade do solo e da água de irrigação, dentre os quais foram extraídos os dados contidos na Tabela 04.

Tabela 04. Tolerância de algumas fruteiras à salinidade e seu rendimento potencial em função da salinidade do solo ou da água de irrigação<sup>1</sup>.

Fruteiras <sup>3</sup>	Rendimento Potencial <sup>2</sup>									
	100 %		90 %		75 %		50 %		0 %	
	CEes	CEai	CEes	CEai	CEes	CEai	CEes	CEai	CEes	CEai
Tamareira ( <i>Phoenix dactylifera</i> )	4.0	2.7	6.8	4.5	11.0	7.3	18.8	12.0	32.0	21.0
Pomelo <sup>4</sup> ( <i>Citrus paradisi</i> )	1.8	1.2	2.4	1.6	3.4	2.2	4.9	3.3	8.0	5.4
Laranjeira ( <i>Citrus sinensis</i> )	1.7	1.1	2.4	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0	5.3
Pessegueiro ( <i>Prunus persica</i> )	1.7	1.1	2.2	1.5	2.9	1.9	4.1	2.7	6.5	4.3
Damasqueiro <sup>4</sup> ( <i>Prunus americana</i> )	1.6	1.1	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	5.8	3.8
Videira <sup>4</sup> ( <i>Vitis sp</i> )	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	2.0	7.9
Amendoeira <sup>4</sup> ( <i>Prunus dulcis</i> )	1.5	1.0	2.0	1.4	2.8	1.9	4.1	2.9	6.8	4.5
Ameixeira ( <i>Prunus domestica</i> )	1.5	1.0	2.1	1.4	2.9	1.9	4.3	2.9	7.1	4.7
Amoreira ( <i>Rubus sp.</i> )	1.5	1.0	2.0	1.3	2.6	1.8	3.8	2.5	6.0	4.0

1. Fonte: Maas & Hoffman (1977) e Maas (1986). Os valores deverão ser considerados apenas como de tolerância relativa entre os grupos de culturas. Os valores de tolerância absoluta variam com o clima, condições de solo e práticas culturais. Nos solos com alto teor de gesso, as plantas podem tolerar aproximadamente 2,0 dS m<sup>-1</sup> de salinidade do solo (CEes) acima dos valores de tolerância indicados. No entanto, a salinidade da água permanece igual como mostrado nesta tabela.

2. CEes, significa salinidade da zona radicular medida em condutividade elétrica no extrato de saturação do solo, expressa em dS m<sup>-1</sup> a 25°C. CEai significa condutividade elétrica da água de irrigação, em dS m<sup>-1</sup>. A relação entre salinidade do solo e da água (CEes = 1,5CEai) supõe fração de lixiviação equivalente a 15 – 20% e um modelo de uso de água 40-30-20-10 (padrão de extração normal).

3. Esses dados são aplicáveis quando os porta-enxertos usados não acumulam Na ou Cl rapidamente ou quando esses íons não predominam no solo.

4. A avaliação da tolerância é baseada no crescimento da árvore e não sobre seus rendimentos.

Segundo Doorenbos & Kassam (1994), a videira é moderadamente sensível à salinidade, diminuindo o rendimento de 0, 10, 25, 50 e 100% para valores de condutividade elétrica do extrato de saturação de 1,5, 2,5, 4,1, 6,7 e 12,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Nas plantas cítricas, a diminuição de rendimento nas mesmas proporções, ocorreram nos níveis de CEes de 1,7, 2,3, 3,3, 4,8 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente.

Carvalho (1999), trabalhando com plântulas de graviola “Morada”, verificou desenvolvimento regular quando irrigadas com águas salinas, durante a fase de formação das mudas; a altura das plantas, o diâmetro do caule, comprimento de raiz,

UNESCO, 1973). Santos e Gheyi (1993) observaram que plantas de banana irrigadas com água salina (2,0, 10,0, 25,0 e 40,0 mmol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup>) tiveram reduções significativas do crescimento em altura, diâmetro do pseudocaule, área foliar e peso seco da parte aérea e raiz, sendo os efeitos mais acentuados a partir de 25 mmol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup>.

Na goiabeira, o estresse salino inibe o crescimento das plantas durante todo o ciclo vegetativo, com a maior sensibilidade durante a germinação das sementes; na fase de plântula a goiabeira é considerada moderadamente tolerante aos sais (Kaul, 1981; Makhija *et al*, 1980; Hooda & Yamdagni, 1991).

Kaul *et al* (1988), estudando a germinação da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. L-49 (Sardar) irrigada com águas com diferentes tipos de sais, à base de cloreto de sódio, sulfato de sódio e cloreto de cálcio, todos em níveis de CE de 6,0, 9,0, e 12,0 dS m<sup>-1</sup>, verificaram, redução e inibição da germinação com aumento do nível de salinidade; o íon cloreto prejudicou mais que o sulfato. Conforme Hooda & Yamdagni (1991), a goiabeira no estágio de germinação tem salinidade limiar de 3,95 dS m<sup>-1</sup>, e redução de 50% na germinação para CEes de 6,45 dS m<sup>-1</sup>, quando irrigada com solução à base de NaCl, CaCl<sub>2</sub> e MgSO<sub>4</sub> na proporção 1:1:1.

No estágio de mudas, segundo Kaul (1981) e Makhilja *et al* (1980), a goiabeira é moderadamente tolerante à salinidade, ou seja, sobrevive e desenvolve-se em substrato de salinidade até 6,0 dS m<sup>-1</sup>. Makhija *et al*. (1980) estudaram os efeitos da salinidade (CEes variando de 1,8 a 15,0 dS m<sup>-1</sup>) em mudas de goiabeiras, inicialmente com 6 meses de idade, num período compreendido de 15 meses, em solos salinizados artificialmente à base de cloreto de sódio, sulfato de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de magnésio na proporção 1:1:1 (Na: Ca: Mg). Após esse período, verificaram redução na sobrevivência e no crescimento das plantas com o aumento da salinidade no extrato de saturação (CEes) acima de 7,5 dS m<sup>-1</sup>. Também observaram que os conteúdos de NPK das folhas decresceram significativamente para a salinidade da água acima de 7,5 dS m<sup>-1</sup>.

Patil *et al*. (1984), trabalhando, também, com mudas de goiabeira da variedade 'Sardar', obtiveram decréscimo no crescimento de 20, 50 e 80%, respectivamente nos níveis de CEes de 7,3, 9,3 e 11,3 dS m<sup>-1</sup>. Também verificaram que os

níveis crescentes de salinidade da água resultaram em maiores teores de nitrogênio nas folhas e mais baixos nas raízes das plantas. Constataram ainda, decréscimo nas concentrações de P, K, Ca, Mg, Zn, Fé, Mn e Cu em folhas e raízes com o aumento da salinidade e, em conseqüência, aumento substancial nas relações Na/K e Na/(Ca + Mg + K) das folhas e raízes.

No trabalho conduzido por Pereira (2000), com quatro cultivares de goiaba ('Pentecoste', 'Paluma', 'Surubim', e 'IPA B - 38'), foram estudados os efeitos da salinidade (CEai: 0,5; 1,5 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) em mudas originadas de sementes, germinadas sob efeito da salinidade. Tomando-se os valores dos tratamentos com água de 0,5 dS m<sup>-1</sup> como padrão, foi verificado que o aumento salino da água para 3,0 dS m<sup>-1</sup> reduziu o crescimento em altura da planta, aos 180 dias, em 41, 38, 18 e 38% respectivamente para as cultivares 'Pentecoste', 'Paluma', 'Surubim' e 'IPA B - 38'. Dos 60 aos 180 dias a ordem de crescimento médio das plantas em altura foi: 'Pentecoste' > 'Surubim' > 'IPA B - 38' > 'Paluma'. Excetuando-se as plantas da cultivar 'Paluma', a salinidade da água interferiu estatisticamente sobre a emissão de folhas das demais cultivares. A área foliar foi significativamente inibida quando as plantas foram irrigadas com água superior a 1,5 dS m<sup>-1</sup> de CE; a ordem crescente de redução da área foliar, aos 180 dias, entre as cultivares irrigadas com água de 3,0 dS m<sup>-1</sup> de CE foi 'Surubim' (34%) > 'IPA B -38' (46%) > 'Paluma' (47%) > 'Pentecoste' (60%). Quanto ao crescimento da raiz principal, as cultivares 'Paluma' e 'Surubim' não foram afetadas pela salinidade da água.



### **3. MATERIAL E MÉTODO**

#### **3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola (DEAg), Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal da Paraíba – Campus II, em Campina Grande - PB, situado pelas coordenadas geográficas 7<sup>o</sup> 15' 18" de latitude Sul e 35<sup>o</sup> 52' 28" de longitude Oeste de Greenwich, a uma altitude média de 550m acima do nível do mar, durante o período de maio a novembro de 1998.

#### **3.2 SOLO**

Foi utilizado material de um solo de textura franco-arenosa. As determinações físico-hídricas e químicas do referido solo (Tabela 05) foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola da UFPB, empregando metodologias propostas por Richards (1954) e EMBRAPA (1997).

Tabela 05. Caracterização físico-hídrica e química do solo utilizado no experimento.

Atributos físico-hídrico		Valor
Granulometria (g.kg <sup>-1</sup> )	Areia	714,8
	Silte	148,3
	Argila	136,9
Classificação textural		Franco arenoso
Densidade real (g.cm <sup>-3</sup> )		2,72
Densidade aparente (g.cm <sup>-3</sup> )		1,42
Umidade (g.kg <sup>-1</sup> )	Saturação	187,3
	Natural	7,0
	Capacidade de campo a 10,1 KPa	66,3
	Ponto de murcha a 1519,9 KPa	28,1
Atributos químicos		
pH da pasta de saturação		5,00
Condutividade elétrica do extrato de saturação dS.m <sup>-1</sup>		0,55
Extrato de saturação (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	Cloreto	2,25
	Carbonato	0,00
	Bicarbonato	0,60
	Sulfato	Ausente
	Cálcio	0,29
	Magnésio	0,74
	Potássio	0,12
	Sódio	0,21
Relação de adsorção de sódio (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>		1,76
Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> .Kg <sup>-1</sup> )	Cálcio	0,62
	Magnésio	3,00
	Sódio	2,37
	Potássio	0,38
PST		3,45
Classificação em relação à salinidade		Não salino

### 3.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram estudados 5 níveis de salinidade (S), representados pela condutividade elétrica da água de irrigação (0,0, 2,0, 4,0, 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup> a 25<sup>o</sup> C), combinados a dois níveis de matéria orgânica (0,0 e 3,0%), perfazendo um total de 10 tratamentos, no esquema fatorial 5 x 2. O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 repetições, considerando-se duas plantas por parcela. Na Tabela 06 estão relacionados os fatores estudados e os respectivos tratamentos.

As águas de irrigação foram obtidas a partir da adição de cloreto de sódio (70%) e cloreto de cálcio (30%) em água destilada, nas concentrações suficientes para se ter os níveis desejados de Condutividade elétrica (CEai).

Tabela 06. Valores de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), na ausência e presença de matéria orgânica nos tratamentos.

<i>Salinidade (dS m<sup>-1</sup>)</i>	<i>Matéria orgânica</i>	<i>Tratamentos</i>
S <sub>1</sub> (0,0)	Sem matéria orgânica (MO <sub>1</sub> )	S <sub>1</sub> MO <sub>1</sub>
S <sub>2</sub> (2,0)	Sem matéria orgânica (MO <sub>1</sub> )	S <sub>2</sub> MO <sub>1</sub>
S <sub>3</sub> (4,0)	Sem matéria orgânica (MO <sub>1</sub> )	S <sub>3</sub> MO <sub>1</sub>
S <sub>4</sub> (6,0)	Sem matéria orgânica (MO <sub>1</sub> )	S <sub>4</sub> MO <sub>1</sub>
S <sub>5</sub> (8,0)	Sem matéria orgânica (MO <sub>1</sub> )	S <sub>5</sub> MO <sub>1</sub>
S <sub>1</sub> (0,0)	Com matéria orgânica (MO <sub>2</sub> )	S <sub>1</sub> MO <sub>2</sub>
S <sub>2</sub> (2,0)	Com matéria orgânica (MO <sub>2</sub> )	S <sub>2</sub> MO <sub>2</sub>
S <sub>3</sub> (4,0)	Com matéria orgânica (MO <sub>2</sub> )	S <sub>3</sub> MO <sub>2</sub>
S <sub>4</sub> (6,0)	Com matéria orgânica (MO <sub>2</sub> )	S <sub>4</sub> MO <sub>2</sub>
S <sub>5</sub> (8,0)	Com matéria orgânica (MO <sub>2</sub> )	S <sub>5</sub> MO <sub>2</sub>

### 3.4 MUDAS

Foram utilizadas mudas de goiabeira (*Psidium guayava*), cultivar 'Paluma', obtidas através de estaquia, provenientes da Escola Agrotécnica Federal de Sousa, localizada no município de Sousa (PB).

### 3.5 RECIPIENTES

Como recipientes foram utilizados tubos de PVC, medindo 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura, revestidos internamente com saco plástico, com drenos na sua face inferior para drenagem e lixiviação de sais. Em cada vaso foi contido 13 kg de solo.

### 3.6 PLANTIO, IRRIGAÇÃO E LIXIVIAÇÃO

Após o plantio, as mudas foram podadas, ficando com 12 cm de altura, deixando-se desenvolver apenas uma gema para formação da haste principal da planta. Em seguida, os vasos foram saturados com um mesmo volume de água dos respectivos tratamentos, cobrindo-se a superfície do solo com plástico para se reduzir a evaporação, ficando em repouso por três dias para drenagem do excesso de água, e obtenção do peso a ser considerado como referência (capacidade de campo). As irrigações subsequentes foram realizadas três vezes por semana, de acordo com a água evapotranspirada de cada vaso, determinada através de pesagens, ou seja, pela diferença entre o peso do solo à capacidade de campo e o peso no momento em que a unidade sofria uma depleção de 20%, repondo-se o teor de água disponível à capacidade de campo.

Foi realizada uma lixiviação a cada 30 dias, aplicando-se uma lâmina 20% maior, em relação aos volumes aplicados durante o mês, através da formula:

$$LX = \frac{LAp}{1 - 0,20} - LAp$$

Onde:

LX – Lâmina aplicada para lixiviar os sais

Lap – Somatório das lâminas aplicadas no período

Com o crescimento das plantas, foi necessário se fazer correção no cálculo dos volumes de águas utilizadas nas irrigações. Isto se deu ao final de cada mês (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após plantio), pesando-se os vasos 24 horas depois de aplicada e recolhida a lâmina de lixiviação, considerando o valor dessa pesagem como capacidade de campo e procedendo novos cálculos do volume a ser aplicado após aquela data.

### 3.7 ADUBAÇÕES

A adubação antes do plantio constou de 15g de superfosfato simples e mais 300g de matéria orgânica para os tratamento com matéria orgânica. No plantio, foram aplicados de 7,5g de super fosfato simples para cada 1.500g de solo. As adubações de cobertura foram realizadas a intervalos mensais, 24 horas após a lixiviação, utilizando-se a cada vez de 0,187 g de N, 0,2365 de K e 0,067 g de Mg por planta, em soluções diluídas de 500ml, aplicadas no solo. A solução teve como fonte de N a uréia, o  $K_2SO_4$  para K e  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  para o Mg (Diniz, 1984). A adubação foliar foi feita duas vezes por semana, exceto no período de floração, quando se fez três aplicações de adubo foliar<sup>1</sup>, de acordo com as recomendações do fabricante.

<sup>1</sup> Albarrós (N-7%,  $P_2O_5$ -17%,  $K_2O$ -35%,  $MgO$ -3%, Ca-0,10%, B-0,20%, Cu-0,02%, Fe-0,15%, Mn-0,10%)

### 3.8 CUIDADOS FITOSSANITÁRIOS

Após o plantio, foi feito o monitoramento diário do ensaio, com objetivo de evitar o ataque de pragas e a infestação de doenças, e aplicação de inseticida<sup>2</sup>, a cada sete dias .

### 3.9 VARIÁVEIS AVALIADAS

A altura das plantas foi obtida por medição do comprimento (cm) da parte aérea, do colo da planta à extremidade da gema da haste principal (Ferri, 1979; Hunt, 1982; Benicasa, 1988). A taxa de crescimento diário foi obtida através da relação entre a altura das plantas e o número de dias compreendidos entre início e final do período de observação.

O número médio de folhas por planta foi obtido no final do período do experimento, aos 200 dias após o plantio (DAP), através da contagem de folhas presentes nas plantas ao final, anotando-se também o número médio de folhas por planta emitidas durante o período de observação (Ferri, 1979; Hunt, 1982; Benicasa, 1988).

Para obtenção dos dados de fitomassa seca, as plantas foram separadas em folhas, caules, frutos, e raízes e em seguida submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até massa constante. A partir desses dados foi obtida a relação raiz/parte aérea (R/PA). A fitomassa seca total de folhas foi obtida através da soma da fitomassa de folhas ao final e das folhas caídas durante o experimento. A taxa de produção de fitomassa

---

<sup>2</sup> Confidor (IMIDA-CLOPRID), Bayer, na dose 1g.L de água

seca foi obtida através da relação entre fitomassa seca total da planta, em todo o ciclo, e número de dias de cultivo das plantas.

### 3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Antes de proceder às análises de variância, os dados referentes a número de folhas ao final e total, bem como as de relação raiz/parte aérea foram submetidos à transformação em  $\sqrt{x + 0,05}$ , e os de fitomassa seca de frutos em  $x + 1$  segundo orientações contidas em Ferreira (2000)..

Por ser de natureza quantitativa, os dados relativos ao fator “níveis de salinidade” foram analisados através de regressão polinomial, a partir de software SOC, enquanto que os efeitos da “matéria orgânica” foram avaliados através do Teste de Tukey, seguindo-se também recomendações de Ferreira (2000).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 07 estão dados da análise de variância e de estudos de regressão relativos a variáveis de crescimento em altura (AP - altura de planta; TCD - taxa de crescimento diário em altura), número de folhas no final (NFF), número de folhas total (NFT) e na Tabela 08, os de fitomassa seca das diversas partes da planta.

O fator salinidade (S) afetou as plantas, em todos os aspectos analisados, em nível altamente significativo ( $p < 0,01$ ); o mesmo aconteceu com a matéria orgânica (MO), com significância variando entre 5 e 1%, com exceção da variável fitomassa seca de frutos, na qual não houve efeito significativo para aplicação da matéria orgânica.

Os dois fatores estudados afetaram as plantas de modo isolado, isto é, os efeitos de salinidade não dependeram do tratamento com matéria orgânica, em todas as variáveis, excetuando fitomassa seca do caule (FSC); nesse órgão da goiabeira, houve interação entre salinidade e matéria orgânica (S x MO), variando os efeitos dos níveis salinos em função do tratamento orgânico. Fazendo-se o desdobramento da interação significativa, foram obtidos os quadrados médios apresentados na Tabela 09.



Tabela 07. Resumo de ANOVA e médias para variáveis de crescimento em altura e emissão foliar.

Causa de Variância	GL	Variáveis			
		AP <sup>1</sup>	TCD <sup>2</sup>	NFF <sup>3</sup>	NFT <sup>4</sup>
QM					
Salinidade (S)	4	3.330,2481 **	0,0721 **	31,1534 **	45,0042 **
Regressão linear	1	12.773,9725 **	0,0156 **	54,9020 **	148,5096 **
Regressão quadrática	1	136,4626 ns	0,1750 **	6,2070 **	4,2175 **
Regressão cúbica	1	348,5316 **	0,0961 **	0,0718 ns	2,9691 **
Desvios de regressão	1	62,0257 ns	0,0015 ns	0,0608 ns	4,3210 ns
Matéria Org. (MO)	1	1.005,5818 **	0,0318 **	3,2969 **	1,8515 **
S x MO	4	39,9406 ns	0,0013 ns	0,1760 ns	0,4517 ns
Resíduo	40	36,3189	0,0010	0,0649	0,2612
CV(%)		12,92	11,56	4,50	6,72
Médias					
Salinidade		..... cm .....	..... cm/dia .....		
S <sub>1</sub>		69,0750	0,3453	7,5450 (56,8900)	9,1407 (83,3000)
S <sub>2</sub>		61,9000	0,3095	7,5753 (57,3350)	9,2871 (86,2000)
S <sub>3</sub>		42,9000	0,2145	6,3548 (40,3333)	8,9359 (79,8000)
S <sub>4</sub>		31,8280	0,1591	4,4215 (19,5000)	6,2069 (38,4750)
S <sub>5</sub>		27,6000	0,1380	2,1717 (4,6667)	4,6043 (21,1500)
Matéria Orgânica					
MO <sub>1</sub>		42,1760 b	0,2140 b	5,6514 (31,8880) b	7,6961 (59,1800) b
MO <sub>2</sub>		51,1452 a	0,2560 a	6,2969 (39,6007) a	8,0274 (64,3900) a

(1) AP - altura da planta (cm); (2) TCD - taxa de crescimento diário em altura (cm/dia); (3) NFF - número de folhas no final; (4) NFT - número de folhas total; (\*) significativo a 5 % e (\*\*) a 1 % de probabilidade; (ns) não significativo a 5 % de probabilidade; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade; os dados, das variáveis NFF e NFT, foram transformada para  $\sqrt{x + 0,05}$  e para esses parâmetros o valor original de média está indicado entre parênteses.

Tabela 8. Resumo de ANAVA e médias para as variáveis de fitomassa seca de várias partes da planta.

Causa de Variância	GL	Variáveis								
		FSR <sup>1</sup>	FSC <sup>2</sup>	FSPF <sup>3</sup>	FSFT <sup>4</sup>	FSFU <sup>5</sup>	FSPF <sup>6</sup>	FSPT <sup>7</sup>	TPFS <sup>8</sup>	R/PA <sup>9</sup>
QM										
Salinidade (S)	4	4.953,6089 **	1.578,3844 **	933,7104 **	2.636,9095 **	162,2814 **	16.370,9265 **	29.203,1599 **	651.668,1098 **	0,0812 **
Regr. linear	1	16.788,9032 **	-	1.807,5853 **	10.321,9504 **	537,2660 **	28.744,8130 **	10.621,6763 **	2.210.208,5023 **	0,3198 **
Regr. quadrática	1	2.966,7072 **	-	20,6893 **	27,6435 **	92,5519 **	3.786,0743 **	10.443,5149 **	395.994,2362 **	0,0005 ns
Regr. cúbica	1	93,1418 ns	-	31,0918 **	181,9531 **	10,9693 ns	210,7545 **	99,1418 ns	327,0311 ns	0,0047 ns
Desvios de regressão	1	5,6833 ns	-	16,6702 *	16,0908 ns	14,9122 ns	0,1726 ns	152,4484 ns	469,7004 ns	0,0000 ns
Mat. orgânica (MO)	1	70,4152 *	164,6024 **	99,8202 **	278,5272 **	0,4380 ns	748,9504 **	1.386,7484 **	40.795,6761 **	0,0149 **
S x MO	4	4,6385 ns	56,8863 **	6,1328 ns	14,0990 ns	7,3232 ns	25,7102 ns	41,5971 ns	285,9492 ns	0,0019 ns
Resíduo	40	17,7941	6,0216	6,4216	10,2387	3,9429	15,9018	68,1139	1.722,2176	0,0240
CV(%)		2,85	19,94	8,67	14,38	44,62	7,77	14,19	13,59	4,59
Salinidade		Médias								
		g					mg/dia			
S <sub>1</sub>		56,1720	33,2940	29,9273	41,9470	10,9340 (9,9340)	134,8233	148,3200	706,7280	0,9536 (0,8594)
S <sub>2</sub>		26,9600	14,2920	24,5223	35,2590	5,7290 (4,7290)	67,5775	78,0150	406,1910	0,8453 (0,6645)
S <sub>3</sub>		10,4286	7,2050	11,2047	20,4410	2,4180 (1,4180)	32,1432	44,0550	196,2080	0,7911 (0,5758)
S <sub>4</sub>		4,9060	4,1720	4,9257	9,5440	2,1690 (1,1690)	16,2712	21,3450	115,6740	0,7346 (0,4896)
S <sub>5</sub>		2,4130	2,5730	0,9143	4,0060	1,0000 (0,0000)	5,7057	8,8500	101,6220	0,6439 (0,3646)
Matéria Orgânica										
MO <sub>1</sub>		18,9892 b	10,4928 b	16,1443 a	19,8792 b	4,5436 (3,5436) a	46,3077 b	54,7420 b	276,7204 b	0,8099 (0,6059) a
MO <sub>2</sub>		21,3664 a	14,1216 a	12,4961 b	24,5996 a	4,3564 (3,3564) a	56,3007 a	65,4920 a	333,8488 a	0,8045 (0,5972) a

(1) FSR – fitomassa seca de raiz; (2) FSC – fitomassa seca de caule; (3) FSPF – fitomassa seca de folha no final; (4) FSFT – fitomassa seca de folha total; (5) FSFU – fitomassa seca de frutos; (6) FSPF – fitomassa seca de planta no final; (7) FSPT – fitomassa seca total da planta, em todo o ciclo; (8) TPFS – taxa de produção de fitomassa seca (mg/dia); (9) R/PA – relação raiz/parte aérea; (\*) significativo a 5 % e (\*\*) a 1 % de probabilidade; (ns) não significativo; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade; os dados, da variável FSFU, foram transformadas para  $\sqrt{x + 1}$  e os da relação R/PA, transformadas para  $\sqrt{x + 0,05}$  e para essas variáveis o valor original da média está apresentado entre parênteses.

Tabela 09. Resumo de ANAVA e médias para a interação S x MO, referentes a fitomassa seca de caule.

Causa de Variância		Variáveis
		FSC <sup>1</sup>
		QM
S em MO <sub>1</sub>		540,1997 **
	Regr. Pol. Linear	1.847,4688 **
	Regr. Pol. Quadrática	305,3909 **
	Regr. Pol. Cúbica	7,9122 ns
	Desvio de regressão	7,9393 ns
		Médias (g)
	S <sub>1</sub>	27,2340
	S <sub>2</sub>	13,6520
	S <sub>3</sub>	6,3680
	S <sub>4</sub>	3,086
	S <sub>5</sub>	2,1240
		QM
S em MO <sub>2</sub>		1.095,0710 **
	Regr. Pol. Linear	3.389,7731 **
	Regr. Pol. Quadrática	839,3273 **
	Regr. Pol. Cúbica	144,2281 **
	Desvio de regressão	6,9556 ns
		Médias (g)
	S <sub>1</sub>	39,3540
	S <sub>2</sub>	14,9320
	S <sub>3</sub>	8,0420
	S <sub>4</sub>	5,2580
	S <sub>5</sub>	3,0220
MO em S <sub>1</sub>	QM:	367,236 **
	Médias: MO <sub>1</sub>	27,2340 b
	MO <sub>2</sub>	39,3540 a
MO em S <sub>2</sub>	QM:	4,0960 ns
	Médias: MO <sub>1</sub>	13,6520 a
	MO <sub>2</sub>	14,9320 a
MO em S <sub>3</sub>	QM:	7,0057 ns
	Médias: MO <sub>1</sub>	6,3680 a
	MO <sub>2</sub>	8,0420 a
MO em S <sub>4</sub>	QM:	11,794 ns
	Médias: MO <sub>1</sub>	3,0860 a
	MO <sub>2</sub>	5,2580 a
MO em S <sub>5</sub>	QM:	2,0160 ns
	Médias: MO <sub>1</sub>	2,1240 a
	MO <sub>2</sub>	3,0220 a

(1) FSC – fitomassa seca do caule; (\*) significativo a 5 % e (\*\*) a 1 % de probabilidade; (ns) não significativo; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

#### 4.1 ALTURA DE PLANTAS

O crescimento das plantas em altura (AP) e a taxa de crescimento diário (TCD) (Figuras 01 e 03), foram afetados pela salinidade, em grau mais acentuado nas plantas irrigadas com água de condutividade elétrica a partir de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Os valores das variáveis em relação aos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação ajustaram-se ao modelo linear. Na Figura 02 observa-se a redução relativa na altura das plantas, em comparação à testemunha, nos vários tratamentos testados ( $2,0, 4,0, 6,0$  e  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ ); nas águas de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  foi pequeno o efeito da salinidade, diminuindo a altura em apenas 10%, com maior redução nos níveis mais altos de CEai, atingindo 54 e 60% aos  $6,0$  e  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente. A taxa de crescimento diário foi menos sensível à salinidade do que a altura da planta; os dados foram submetidos à análise de regressão segmentada (modelo platô), sendo observada redução na TCD a partir de  $1,97 \text{ dS m}^{-1}$  e redução de 56%, no nível mais alto de CEai ( $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ ).

O efeito mais comum da salinidade sobre a planta, geralmente, é detectado no crescimento, devido ao abaixamento do potencial osmótico da solução do solo, com conseqüente diminuição na disponibilidade e absorção de água, afetando a divisão e o alongamento das células. Além de efeito osmótico, pode haver acúmulo dos íons sódio e/ou cloreto, afetando negativamente o crescimento das plantas, devido ao efeito tóxico desses elementos, causando desequilíbrio nutricional (Shalhevet, 1973; Bernstein, 1975; Gale, 1975; Ayers & Westcot, 1991).

A redução de 60% no crescimento em altura das plantas, obtida no nível  $S_5$  (CE ai de  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) é bem maior que a redução de 30% obtida por Makhija et al. (1980) sem citar a variedade, em nível correspondente (CEes =  $10,5 \text{ dS m}^{-1}$ ). Vale considerar que aqueles autores utilizaram plantas originadas de sementes; segundo Singh & Pathak (1992), plantas originadas de propagação semínifera são mais tolerantes do que as de propagação vegetativa, em que se enquadra também a estaquia, utilizada nesta pesquisa.

Vale ainda ser ressaltado que o índice de 30% foi obtido comparando-se a altura das plantas no nível de  $10,5 \text{ dS m}^{-1}$  com o nível mais baixo de CEes ( $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ ), presumindo-se que a diferença seria maior caso houvesse uma testemunha com nível mais baixo de salinidade. A cultivar 'Paluma', no presente trabalho, também é mais sensível que a cultivar 'Sardar', originada de propagação seminífera conforme relatado por Patil et al. (1984), e de propagação vegetativa, em pesquisa conduzida por Singh e Pathak (1992).

No entanto, conforme alguns autores, a altura de planta não é uma variável com validade estatística e biológica para critério de tolerância das plantas ao estresse salino, devido o crescimento em altura nem sempre se relacionam com condições adequadas ou de estresse no ambiente radicular (Maas, 1984; Cavalcante et al., 1985; Shannon, 1997).

Vale ressaltar que em todos os trabalhos comentados, os experimentos se iniciaram com plantas que tinham sua parte aérea preservada, enquanto, no presente trabalho, todas as plantas foram submetidas à poda da parte aérea, por ocasião do início dos tratamentos, a uma altura uniforme de 12 cm acima do coleto, tendo formado novos ramos e folhas já em condição de salinidade, o que mede muito mais a sua sensibilidade ao aumento da concentração de sais.

No trabalho conduzido por Pereira (2000), com quatro cultivares de goiaba, 'Pentecoste', 'Paluma', 'Surubim' e 'IPA B - 38' foram estudados os efeitos da salinidade (CEai: 0,5; 1,5 e  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) em mudas originadas de sementes, germinadas sob efeito da salinidade. Tomando-se os valores do tratamento com água de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  reduziu-se o crescimento em altura da planta, aos 120 dias, em 39% na 'Pentecoste', em 51% na 'Paluma', em 71% no 'Surubim' e em 63% na 'IPA B - 38'; aos 180 dias a redução foi de 41, 38, 18 e 38% respectivamente para as cultivares 'Pentecoste', 'Paluma', 'Surubim' e 'IPA B - 38'. Dos 60 aos 180 dias a ordem de crescimento médio das plantas em altura foi: 'Pentecoste' > 'Surubim' > 'IPA B - 38' > 'Paluma'. Todavia, no presente trabalho, a 'Paluma' apesar de ser proveniente de propagação vegetativa, através de estaquia, que segundo Singh & Pathak (1992) seria menos tolerante do que as originadas de propagação seminífera, foi mais tolerante do que a 'Pentecoste'. Pois, conforme a Figura 02, teve aos

200 dias de condução do experimento, redução em altura de 38%, quando submetida à irrigação com água de 4,0 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica.

Em relação ao fator orgânico, cujo efeito não dependeu dos níveis de salinidade (Tabela 07), houve incremento da altura das plantas (Tabela 09) em 21,3%, com aplicação de matéria orgânica, em relação ao tratamento MO<sub>1</sub>. O efeito foi, praticamente, o mesmo sobre a taxa de crescimento diário (TCD), da ordem de 20%, quando o substrato foi enriquecido com matéria orgânica.

Segundo alguns autores, a adição de matéria orgânica ao solo promove a agregação das partículas, melhorando suas propriedades físicas e a fertilidade (Klar, 1984; Primavesi, 1990; Santos & Muraoka, 1997). No entanto, segundo Gheyi et al. (1997), o material orgânico pode provocar tanto expansão quanto dispersão, quando aplicado nos solos, especialmente em solos salinos-sódicos ou sódicos, que já apresentam um alto potencial dispersivo.

No presente trabalho, a adição da matéria orgânica foi favorável, melhorando as condições físicas do solo, enquanto que nos tratamentos sem adição de matéria orgânica os solos estavam visivelmente compactados, diminuindo as condições normais de respiração aeróbica e refletindo-se no desenvolvimento do vegetal (Primavesi, 1990).

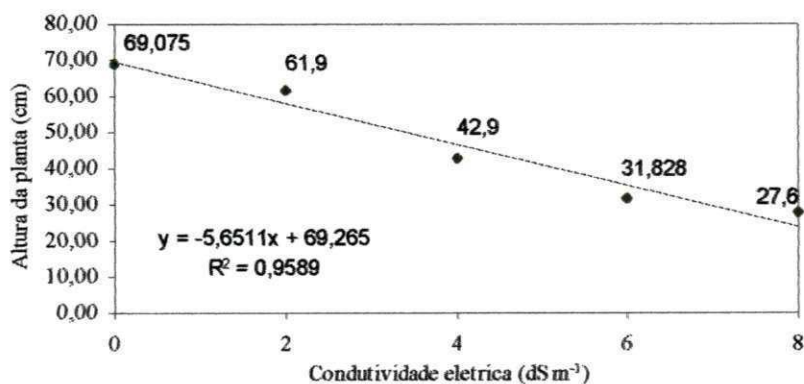


Figura 01. Altura da planta, no final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.

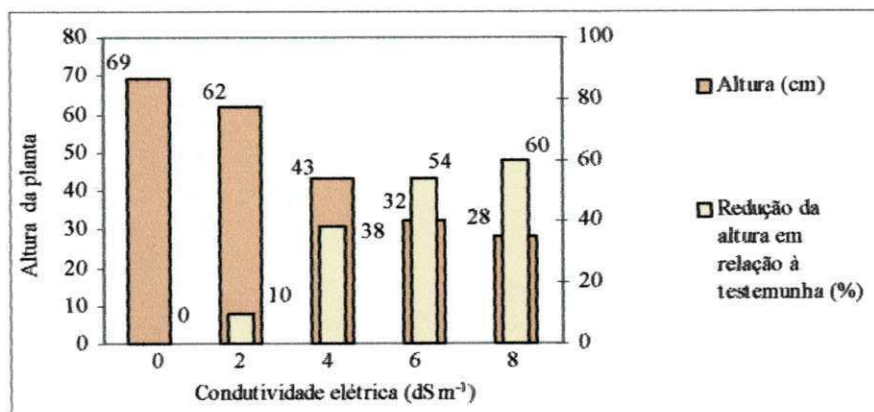


Figura 02. Redução de altura das plantas em função dos níveis de salinidade da água.

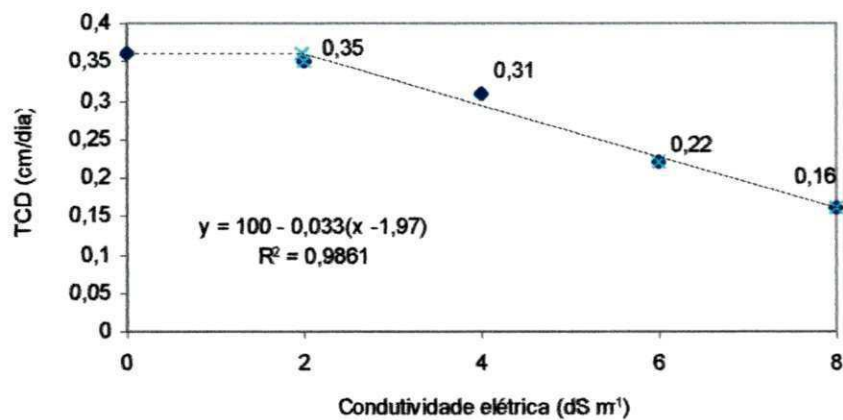


Figura 03. Taxa de crescimento diário, em altura, em função dos níveis de salinidade da água.

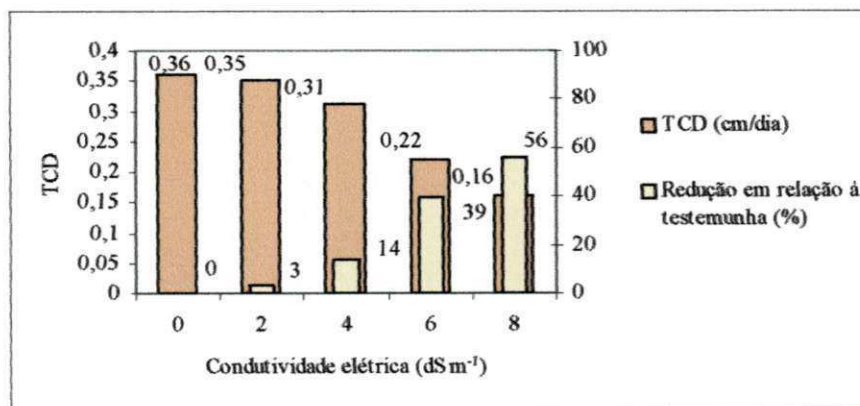


Figura 04. Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a taxa de crescimento diário em altura das plantas.



## 4.2 NÚMERO DE FOLHAS

O número de folhas por planta, no final do experimento (NFF) foi negativamente afetado pelos níveis de salinidade da água de irrigação; pelo modelo matemático obtido através de regressão segmentada ( $R^2=0,97$ ), nota-se que até  $2,03 \text{ dS m}^{-1}$  não houve redução no número de folhas remanescentes nas plantas, ao final do experimento (Figura 05).

Os maiores prejuízos ao número de folhas ocorreram nos tratamentos mais altos, com decréscimos relativos, comparados à testemunha, de 29, 66 e 99 % para  $4,0$ ,  $6,0$  e  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente (Figura 06).

Utilizando-se, também, de regressão segmentada para o número de folhas total (NFT) verifica-se ter sido menos drástico o efeito da salinidade, em todo o período em comparação com as plantas aos 200 dias após início do trabalho. Enquanto ao final, passou a haver efeito da salinidade a partir de  $2,03 \text{ dS m}^{-1}$ , em todo o experimento, a redução no número de folhas só ocorreu quando foi usada água de  $3,49 \text{ dS m}^{-1}$ ; isso denota ter sido progressivo o efeito prejudicial da salinidade, com a idade das plantas.

Foi mais acentuado o efeito da salinidade sobre o número de folhas (NFT), emitidas em toda a fase experimental, a partir de  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$  quando foi registrada redução de 54% e de 75% em  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Até o nível de salinidade de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  foram muito pequenos os prejuízos da salinidade sobre a emissão foliar (Figura 08). Analisando-se em conjunto NFF e NFT observa-se ter ocorrido abscisão de um grande número de folhas ao final do experimento, nas plantas submetidas aos tratamentos superiores a  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Comportamento semelhante, na abscisão de folhas, foi observado por Pereira (2000) nas cultivares 'Pentecostes', 'Paluma' e 'Surubim', submetidas a estresse salino desde a germinação; outra semelhança constada foi no aumento de emissão de folhas, nos tratamentos inferiores a  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ .

Verifica-se ser a cv 'Paluma' (propagação por estaquia) sensível à salinidade, quanto à emissão foliar, pois aos 200 dias após o transplante o número de folhas foi reduzido em 99%, quando a salinidade da água de irrigação era de 8,0 dS m<sup>-1</sup>. Foram bem diferentes os dados obtidos por Patil et al.(1984), trabalhando com a cv. 'Sardar'; aos 240 dias após o transplante houve redução do número de folhas da ordem de 17%, quando a CEes era de 10 dS m<sup>-1</sup>, chegando a 55% aos 420 dias. No presente trabalho o nível de 8 dS m<sup>-1</sup> da água de irrigação corresponderia a aproximadamente 10,4 dS m<sup>-1</sup> no extrato de saturação, considerando a fração de lixiviação de 20% e a relação entre CEes=CEai x 1,3, contida em Ayers & Westcot (1991)

Portanto, aumentando a salinidade reduziu-se drasticamente a emissão de folhas. Segundo alguns autores, é comum a ocorrência de adaptações morfológicas nas plantas, sob condições de estresse hídrico e salino, uma forma de reduzir a perda de água por transpiração; dentre essas adaptações, destacam-se a redução do tamanho e a do número de folhas (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1989).

No entanto, a redução do número de folhas, com aumento da salinidade da água, pode prejudicar drasticamente as relações hídricas, por diminuir a evapotranspiração (Poljakoff-Mayber & Galé, 1972; Gervásio et al., 2000) e reduzir a eficiência fotossintética das plantas, devido ao fechamento dos estômatos.

A aplicação da matéria orgânica, que não dependeu dos níveis de salinidade (Tabela 07), interferiu significativamente sobre o incremento no número de folhas em 12%, em relação aos tratamentos sem matéria orgânica (Tabela 07). Este efeito foi inferior ao ocorrido sobre o crescimento em altura, da ordem de 21%.

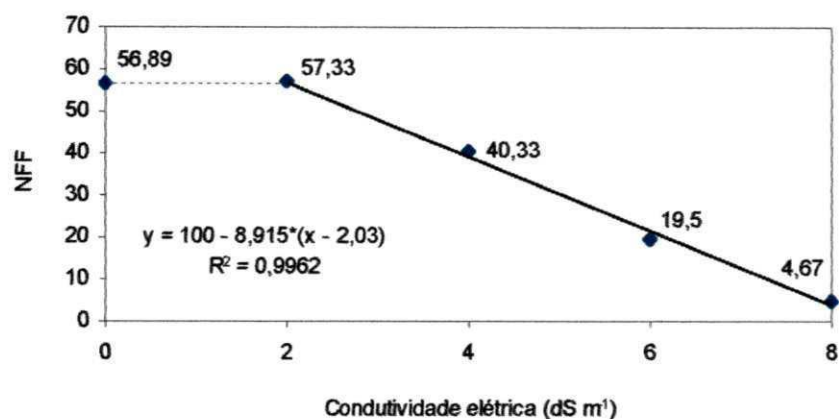


Figura 05. Número de folhas produzidas no final do experimento em função dos níveis de salinidade da água.

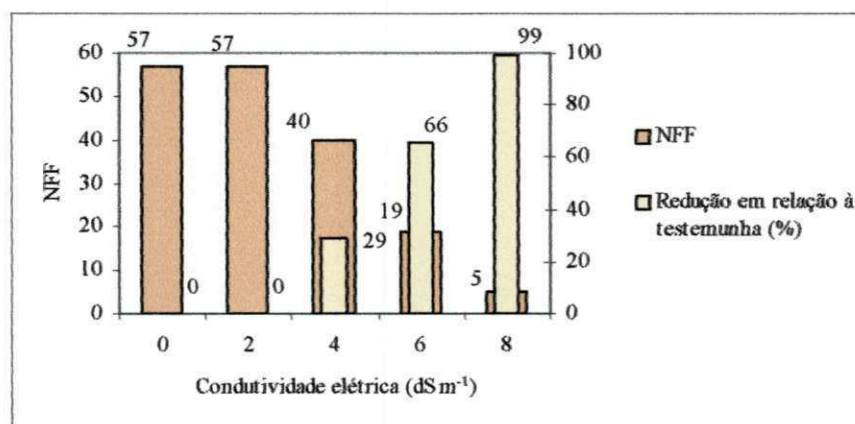


Figura 06. Efeito dos níveis de salinidade da água no número de folhas final da planta.

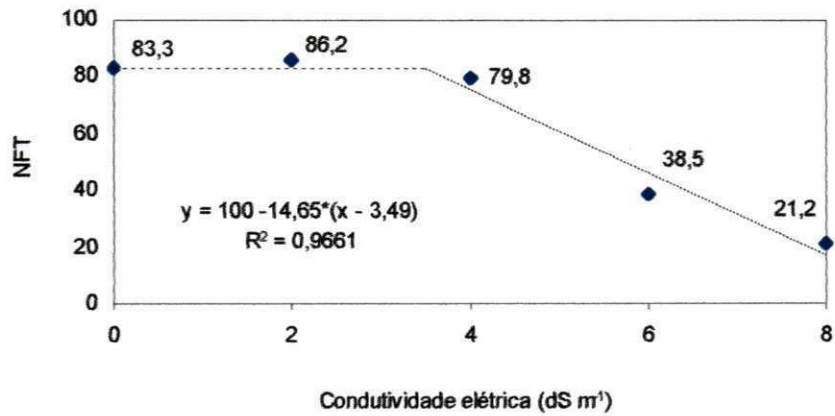


Figura 07. Número de folhas produzidas durante todo o período do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.

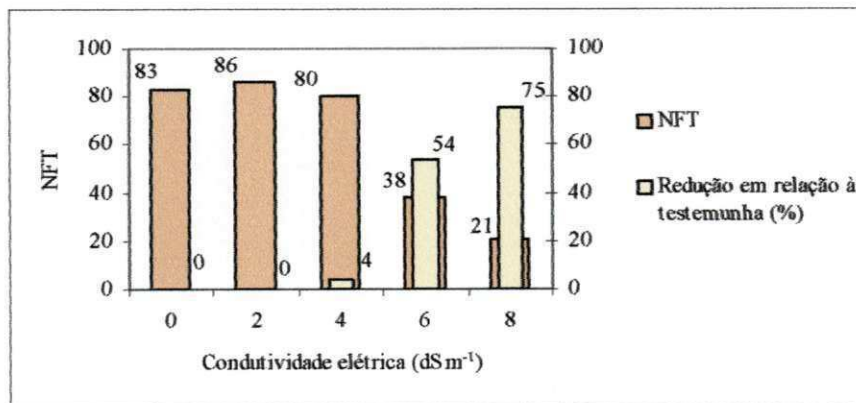


Figura 08. Efeito dos níveis de salinidade da água no número de folhas total da planta, no experimento.

### 4.3 FITOMASSA SECA DE RAIZ

É de fundamental importância o estudo da fitomassa seca de raiz por ser o órgão responsável pela fixação da planta, absorção de água e nutrientes do solo, além do transporte de seiva para o restante do vegetal.

Pelos dados contidos na Tabela 08 e Figura 09, verifica-se ter esta sido variável significativamente afetada pela salinidade da água de irrigação ( $p < 0,01$ ) e pelo teor de matéria orgânica ( $p < 0,05$ ), sendo o modelo matemático válido até a CEai de  $6,8 \text{ dS m}^{-1}$ .

Através da Figura 10, observa-se a redução relativa ocorrida no peso da matéria seca da raiz, em comparação com a testemunha, nos demais tratamentos testados. O efeito da salinidade começou a ser drástico já a partir de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  de condutividade elétrica da água de irrigação, resultando num decréscimo relativo da massa seca de raízes de 52%; para os níveis de 4,0, 6,0 e  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$  as reduções foram respectivamente de 81, 91 e 96%.

Segundo Singh & Pathak (1992), este efeito adverso pode ser justificado por: escassez fisiológica de água, causada pelo efeito osmótico; acumulação de íons salinos em concentração tóxica no tecido da planta; desequilíbrio nutricional causado pelo aumento da concentração de íons no solo e na planta, desestruturação do solo, provocado pela presença dos sais, empobrecendo a aeração e dificultando a disponibilidade de água para a planta.

A redução de 96% na fitomassa seca da raiz, obtida no nível S<sub>5</sub> ( $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), não confere com a redução de 8% obtida por Makhija et al. (1980) com CEes de  $10,5 \text{ dS m}^{-1}$  (equivalente a CEai de  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) talvez pelo fato de ambos autores terem usado no tratamento testemunha água de  $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ .

Pereira (2000), trabalhando com as cultivares 'Pentecoste', 'Paluma', 'Surubim', e 'IPA B - 38', submetidas à irrigação com água de teores salinos de 0,5, 1,5 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>, não observou efeitos sobre o crescimento da raiz principal das cultivares 'Paluma' e 'Surubim'.

Essa diferença observada com os dados da literatura deve-se, provavelmente, a diferenças de procedência das mudas, pois enquanto Makhija et al. (1980) trabalharam com plantas originadas de sementes, nesta pesquisa foram usadas mudas provenientes de estaquia; conforme Singh & Pathak (1992), plantas originadas de propagação seminífera são mais tolerantes do que as de enxertia (também um tipo de propagação vegetativa). Outra explicação para tais diferenças pode ser a maior sensibilidade da cv. 'Paluma' à salinidade, já abordada anteriormente.

Quanto ao fator orgânico, cujo efeito não dependeu dos níveis de salinidade (Tabela 08), houve incremento da fitomassa das raízes em 11%, com aplicação de matéria orgânica, em relação ao tratamento sem matéria orgânica.

Com base em Brady (1989), é provável que a matéria orgânica tenha tido ação estimulante para o crescimento das raízes, bem como ação sobre a nutrição mineral, especialmente a nitrogenada. Outro fator a se considerar, é que os tratamentos que não tiveram a adição de matéria orgânica ficaram com solos compactados, diminuindo a aeração do solo, devido à escassez de oxigênio, resultando em acumulação de gás carbônico e ocasionando decréscimos no metabolismo das raízes, exercendo ação inibidora na absorção de nutrientes, devido ao aumento na viscosidade do protoplasma e diminuição na permeabilidade das células (Klar, 1984).

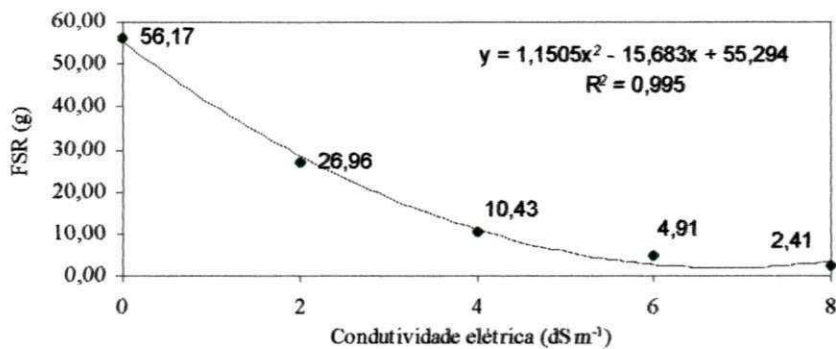


Figura 09. Fitomassa seca de raiz no final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.

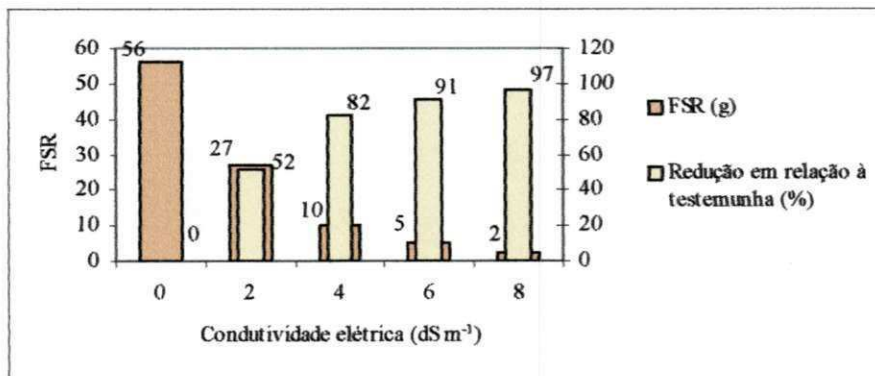


Figura 10. Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de raiz.



#### 4.4 FITOMASSA SECA DE CAULE

De acordo com os dados dos quadrados médios para “peso da matéria seca do caule”, apresentados na Tabela 07, verifica-se efeito significativo para o nível de salinidade, para a matéria orgânica e para a interação S x MO, isto é, o efeito dos níveis de salinidade sobre o peso da matéria seca do caule das plantas dependeu da matéria orgânica.

Os valores de desdobramento da interação significativa, estão na Tabela 09. Verifica-se, mediante análise de regressão para o fator "S", em cada nível do fator "MO", ter havido efeito significativo quadrático quando a salinidade estava associada ( $R^2 = 0,99$ ) ao fator "sem matéria orgânica – MO<sub>1</sub>", no entanto, válido até ao nível de CE da água de irrigação de 6,9 dS m<sup>-1</sup> (Figura 11); foi cúbico ( $R^2 = 0,99$ ) o efeito da salinidade na presença do fator "com matéria orgânica – MO<sub>2</sub>" (Figura 13).

Através da Figura 12, observa-se melhor o efeito depreciativo da salinidade da água de irrigação, sobre a produção da fitomassa de caule, quando interagiu com o fator orgânico "sem matéria orgânica", através da comparação com a testemunha, nos vários tratamentos testados. Em 2,0 dS m<sup>-1</sup> ocorreu drástica redução, com 50% de perda da fitomassa, atingindo 92% no nível mais alto (8,0 dS m<sup>-1</sup>).

Na Figura 14 pode-se verificar o efeito cúbico da salinidade da água de irrigação, sobre a produção de matéria seca do caule, quando produzido "com matéria orgânica". Em 2,0 dS m<sup>-1</sup> a redução chega a 62% e em 8,0 dS m<sup>-1</sup> há redução de 92%.

Ao se comparar os resultados entre os tratamentos sem e com matéria orgânica verificou-se que a incorporação do insumo resultou em efeito depreciativo da matéria seca do caule, nos níveis de 2,0 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, do que "S dentro de MO<sub>1</sub>". No



entanto em ambas, ocorreu acentuado decréscimo já a partir do nível S<sub>2</sub>, revelando alta sensibilidade à salinidade.

Na literatura disponível não foi encontrada referência à ação de sais sobre o peso de matéria seca do caule de goiabeiras, sendo em seu lugar usado o diâmetro do caule como um dos parâmetros de estudo para avaliação do crescimento da planta; por isso, ao se discutir o efeito da salinidade sobre a matéria seca serão utilizadas as informações sobre diâmetro.

No trabalho conduzido por Pereira (2000), foi verificada redução no diâmetro do caule, em níveis superiores a 1,5 dS m<sup>-1</sup>. De forma geral, aquele autor verificou correlação entre diâmetro e crescimento em altura, com tendência de aumento de tolerância aos sais com a idade das plantas. A semelhança de comportamento entre o crescimento em altura e o diâmetro do caule segundo o autor, não é comum em plantas submetidas a qualquer tipo de estresse.

No presente trabalho, com a cv. 'Paluma', a produção de fitomassa seca de caule sob condições salinas, comportou-se de forma semelhante ao desenvolvimento em diâmetro das variedades de goiaba estudadas por Pereira (2000), bem como em relação à gravioleira (Santos, 1998) e ao maracujazeiro (Santos, 1999), cujas mudas foram sensivelmente prejudicadas quando submetidas à irrigação com água de condutividade elétrica superior a 2,0 dS m<sup>-1</sup>.

Comparando-se os dados de fitomassa e crescimento em altura do caule, obtidos neste experimento com a 'Paluma', constata-se ter sido mais afetada a produção de matéria seca, ao contrário do observado por Pereira (2000) que encontrou maior efeito sobre o diâmetro do caule que sobre a altura das plantas. Araújo et al. (2000), ao estudar o efeito de volumes de água sobre o desenvolvimento inicial do maracujazeiro amarelo, verificou que o diâmetro do caule expressa mais o desenvolvimento das plantas que o crescimento em altura.

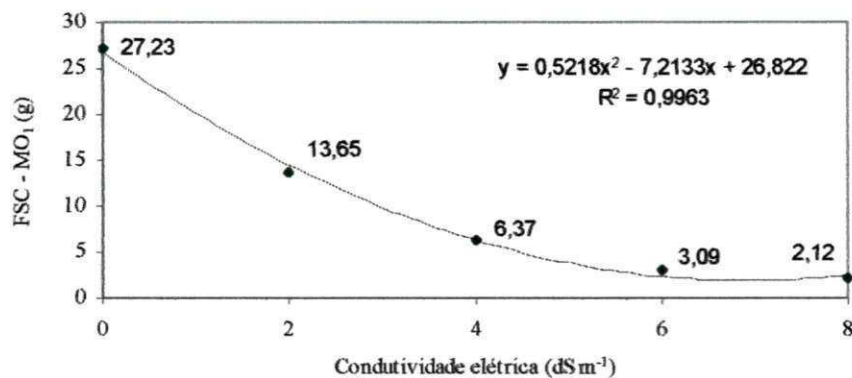


Figura 11. Produção de fitomassa seca de caule, em função dos níveis de salinidade da água na ausência de matéria orgânica.

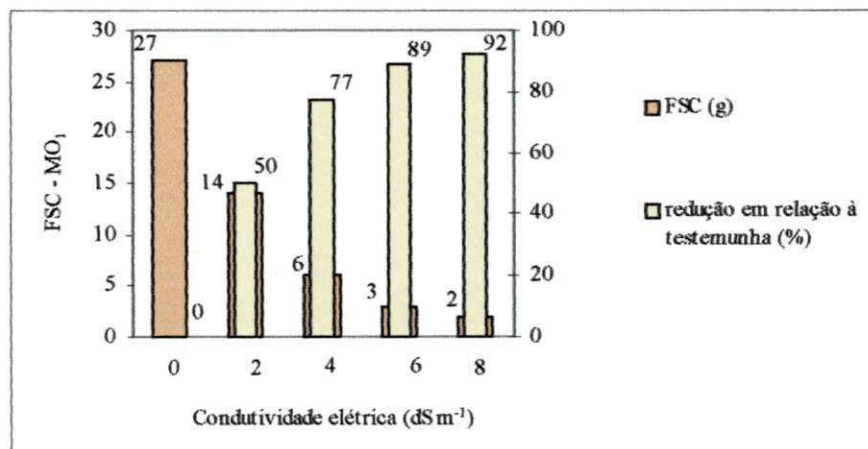


Figura 12. Efeito dos níveis de salinidade da água dentro dos tratamentos sem matéria orgânica, sobre a produção de fitomassa seca de caule

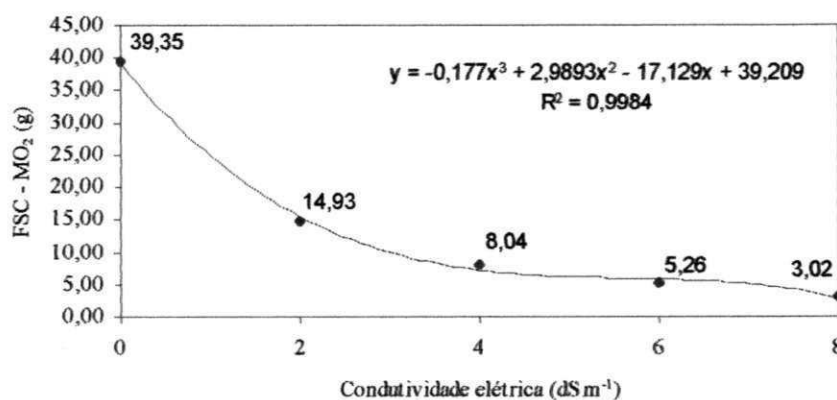


Figura 13. Produção de fitomassa seca de caule, em função dos níveis de salinidade da água na presença de matéria orgânica.

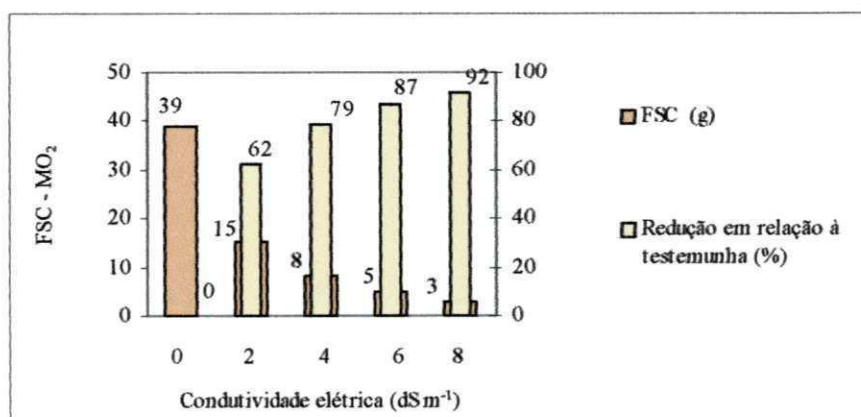


Figura 14. Efeito dos níveis de salinidade da água dentro dos tratamentos com matéria orgânica sobre a fitomassa seca de caule.

#### 4. 5 FITOMASSA SECA DE FOLHA

As variáveis de fitomassa seca de folhas no final (FSFF), por ocasião da colheita do ensaio, e fitomassa seca de folhas total (FSFT), emitidas durante todo o experimento, foram afetadas significativamente pela salinidade da água de irrigação (Tabela 08). O modelo matemático, que relaciona ambas as variáveis aos níveis de salinidade da água de irrigação é de terceiro grau, com alto coeficiente de determinação de 99% (Figura 15 e 17).

A redução relativa ocorrida na fitomassa de folha, no final do experimento, em comparação com a testemunha, nos vários tratamentos testados é observada através da Figura 16; com aumento das concentrações salinas, a tendência foi de redução no peso da matéria seca das folhas, ou seja, maior massa foliar (24 g) se obteve no nível de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ , reduzindo-se apenas 18%, enquanto que a menor massa (1 g) foi anotada no nível de  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ , reduzida em 97%. A alta redução da massa foliar no nível  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ , em 63%, indica que acima de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  passa a ser crítico o aumento de CEai. Na Figura 22, também é verificado comportamento semelhante, para a redução relativa na fitomassa seca total das folhas, ou seja, fitomassa de todas as folhas emitidas pela planta, durante todo o período do experimento.

Essa redução, ao que indica, parece resultar de processos fisiológicos de defesa da planta, através dos quais ela se protege da perda de água, reduzindo sua superfície transpirante (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Costa, 1985; Fageria, 1989).

Neste trabalho, quando as mudas foram irrigadas com água de  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ , correspondendo teoricamente a  $7,8 \text{ dS m}^{-1}$  de CEes (fração de lixiviação de 0,20, sendo portanto  $\text{CEes} = \text{CEai} \times 1,3 = 7,8$ ), a redução chegou a 83%, atingindo 96% com CEai de  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$  ( $\text{CEes} = 10,4 \text{ dS m}^{-1}$ ). Estes resultados diferem dos relatados por Makhija et al

(1980), sem citar a variedade de goiabeira, que encontraram redução na fitomassa seca de folhas de 9% quando a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) chegava a 7,5 dS m<sup>-1</sup> e de 24% quando a CEes se encontrava em 10,5 dS m<sup>-1</sup>.

Também houve efeito isolado do fator orgânico, sobre a fitomassa seca de folhas (Tabela 08). Em relação à FSFF as plantas com aplicação de matéria orgânica (MO<sub>2</sub>) tiveram fitomassa foliar reduzida em 23 % em relação à das plantas sem matéria orgânica (MO<sub>1</sub>). Comportamento inverso foi verificado na fitomassa seca total de todas as folhas, com acréscimo de 24% no tratamento com aplicação de matéria orgânica (MO<sub>2</sub>). Relacionando-se esses dados com os de número de folhas (Tabela 07), observa-se que, no final do experimento, as plantas do tratamento MO<sub>2</sub> (com 3% de matéria orgânica) estavam com maior número de folhas pequenas, fato esse detectado pelo peso da fitomassa. Com relação ao total de folhas, em todo o experimento, a matéria orgânica favoreceu uma maior produção de fitomassa de modo similar ao ocorrido com o número de folhas.

Apesar de ter havido efeito isolado dos fatores estudados, estatisticamente significativos, sobre a massa foliar, não foi ele interativo, uma vez que o efeito da salinidade ocorreu de modo semelhante nas plantas com e sem aplicação de matéria orgânica.

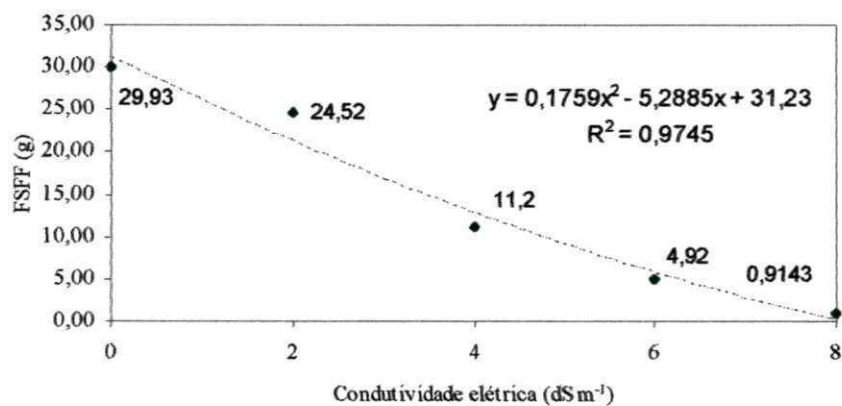


Figura 15. Produção de fitomassa seca de folhas, no final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.

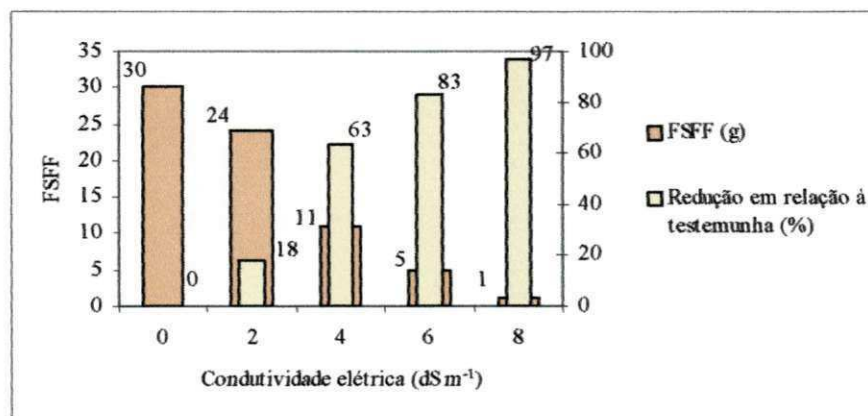


Figura 16. Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de folhas, no final do experimento.

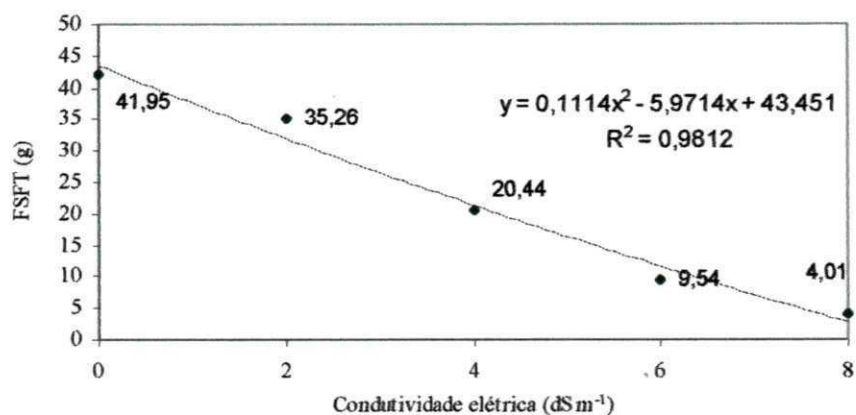


Figura 17. Produção de fitomassa seca de folhas, durante todo o período do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.

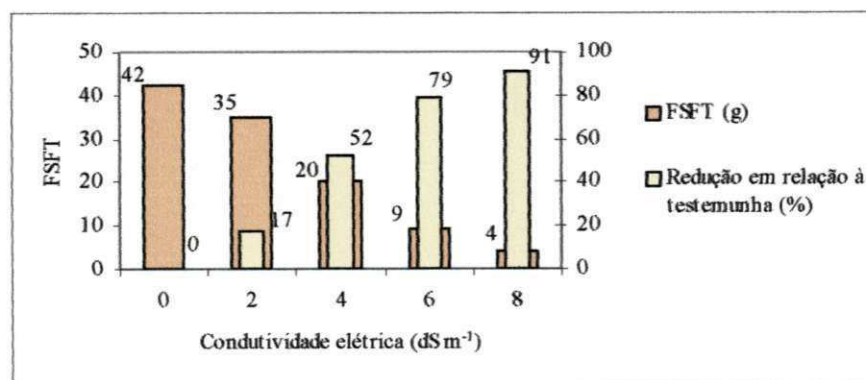


Figura 18. Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de folhas, durante todo o período do experimento.

#### 4.6 FITOMASSA SECA DE FRUTOS

A salinidade afetou significativamente a fitomassa seca de frutos da goiabeira (Tabela 08). O modelo matemático relacionando essa variável aos níveis de salinidade da água de irrigação é linear, conforme a Figura 19.

A redução relativa ocorrida na fitomassa de frutos, em comparação com a testemunha, nos vários tratamentos testados pode ser observada na Figura 24. Foi drástico o efeito da salinidade já a partir de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  com redução de 50% em relação à testemunha ( $S_1$ ); em  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  ( $S_3$ ) a fitomassa de frutos caiu 90%, demonstrando ser a 'Paluma' bastante sensível à salinidade. Esse efeito pode ter sido provocado pelo desequilíbrio nutricional e pela toxicidade causados por sódio e cloreto; segundo Bernstein (1964), estes íons são responsáveis pela redução na produção de frutos.

Na literatura disponível não foi encontrada referência à ação de sais sobre a matéria seca de frutos de goiabeiras ou de outras frutíferas.

Em relação ao efeito do fator Matéria orgânica na fitomassa seca do fruto, não houve diferença significativa entre os tratamentos "sem MO" e "com MO", como se verifica na Tabela 08.



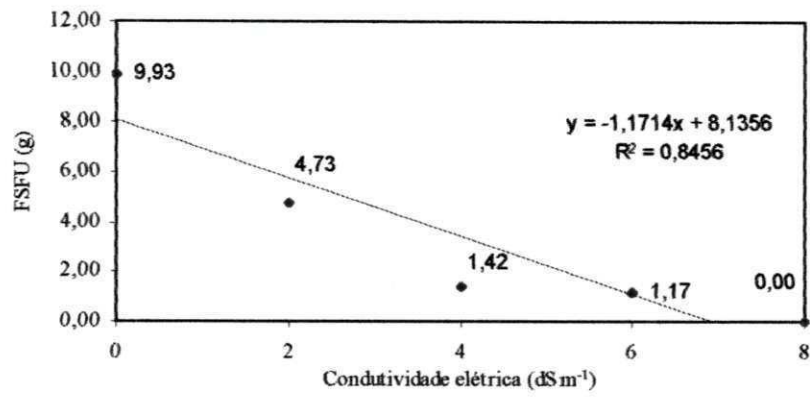


Figura 19. Produção de fitomassa seca de frutos, em função dos níveis de salinidade da água.

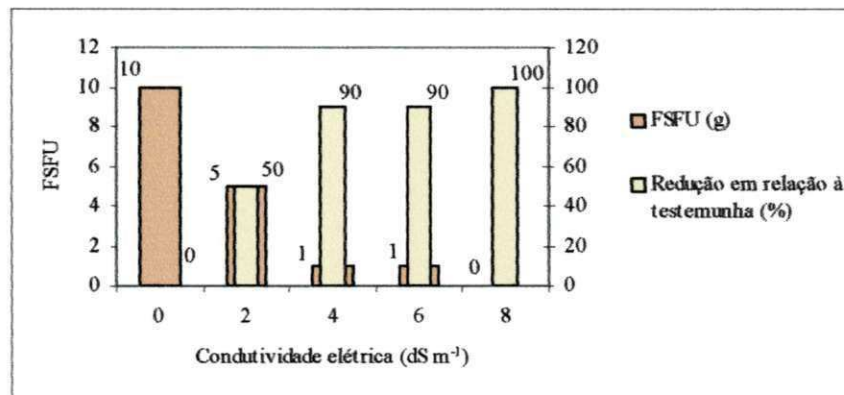


Figura 20. Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de frutos.

#### 4. 7 FITOMASSA SECA DA PLANTA

A fitomassa seca da planta no final do experimento (FSPF), como também a fitomassa seca total produzida durante todo o trabalho (FSTP), foram afetadas significativamente pela salinidade, com efeito acentuado já a partir da condutividade elétrica de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Pelos estudos de regressão, nota-se que o efeito foi cúbico sobre a FSPF (Figura 21) e quadrática sobre a FSTP (Figura 23). Considerando-se o incremento diário da fitomassa seca total, em termos de taxa de produção de fitomassa seca (TPFS), foi também constatado efeito prejudicial da salinidade, reduzindo-se a acumulação de matéria seca nas folhas já a partir de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  (Tabela 08). Pelo estudo de regressão e modelo matemático obtido verifica-se que a equação quadrática não foi adequada, sendo portanto mais propício o efeito linear com coeficiente de determinação de 0,86 (Figura 25).

O efeito da salinidade da água, no nível de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ , chega a reduzir a fitomassa seca da planta no final (FSPF) em 50%, e em  $8 \text{ dS m}^{-1}$  o efeito agrava-se ao ponto de ocorrer a perda de 96% da matéria seca (Figura 22), e durante todo o experimento a produção de fitomassa seca total (FSPT) foi reduzida em 43 e 94 % para os respectivos níveis de  $2,0$  e  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 24). Portanto, verifica-se que no final do experimento, o efeito foi mais drástico sobre a fitomassa seca contida na planta, do que no decorrer de toda a fase experimental, observado também através da comparação entre as Figuras 22 e 24.

Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de ser reduzido o fluxo de água no sentido "solo→planta→atmosfera" em algumas plantas quando em condições de estresse salino, devido ao decréscimo do potencial hídrico da solução do solo, condicionado pela concentração de sais na rizosfera (Richards, 1954; Rhoades & Loveday, 1990); a redução na transpiração da planta prejudica o seu metabolismo, quer devido ao aumento da temperatura foliar e seu efeito sobre a atividade de várias enzimas, quer devido à menor

disponibilidade de água livre (na planta). Nessas condições, ocorre perda de turgescência, prejudicando, também, o alongamento celular (Cairo, 1995).

O decréscimo de 50% na fitomassa seca da planta, obtido no nível S<sub>2</sub> é bem maior que os 18% de redução obtido por Singh & Pathak (1992) em mudas de goiabeiras da cv. 'Sardar' oriundas de enxertia sob condições de 4,5 dS m<sup>-1</sup> de CEes. A cultivar 'Paluma' foi mais sensível à salinidade do que a cv 'Sardar'.

Em relação ao fator MO, cujo efeito não dependeu dos níveis de salinidade (Tabela 08), houve incremento da fitomassa seca contida na planta no final (FSPF) de 22%, quando houve adição de matéria orgânica (MO<sub>2</sub>), enquanto que na fitomassa seca total (FSTP), produzida durante todo o experimento, o aumento foi de 20%; estes dados denotam a importância da matéria orgânica para a produção e manutenção de matéria seca na planta, em condições de salinidade. Com base em Primavesi (1990), é provável que a matéria orgânica tenha tido ação reguladora sobre a nutrição nitrogenada das plantas. Nos tratamentos que não tiveram a adição de matéria orgânica, deve ter sido maior a ação inibidora da salinidade sobre a absorção de água e nutrientes, devido à diminuição na permeabilidade das raízes ao aumento na viscosidade do protoplasma (Klar, 1984).

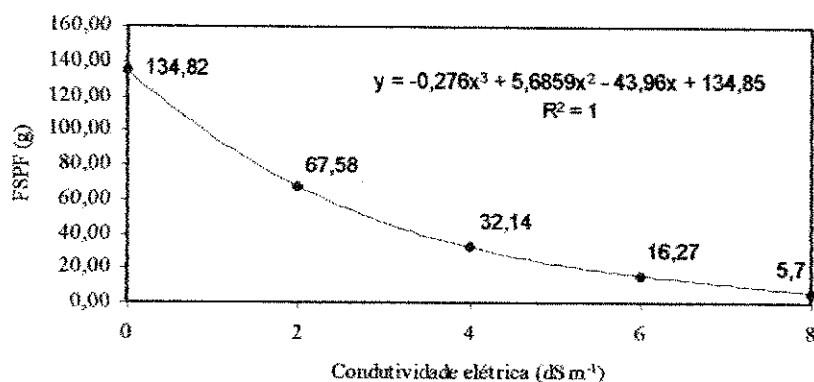


Figura 21. Fitomassa seca da planta, no final do experimento, em função dos níveis de salinidade da água.

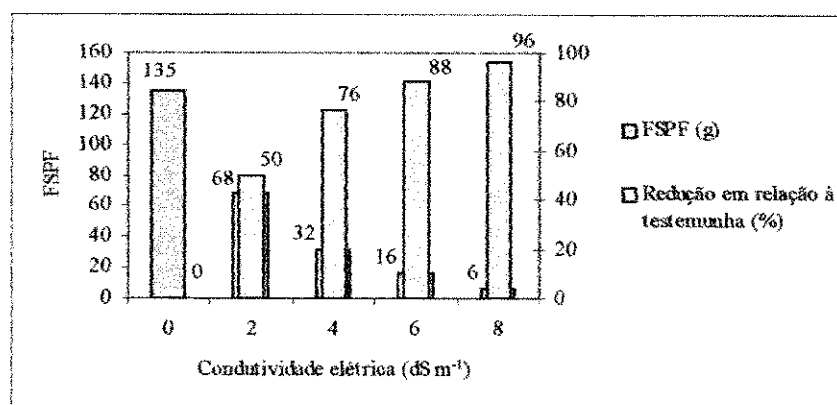


Figura 22. Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de planta, no final do período do experimento.

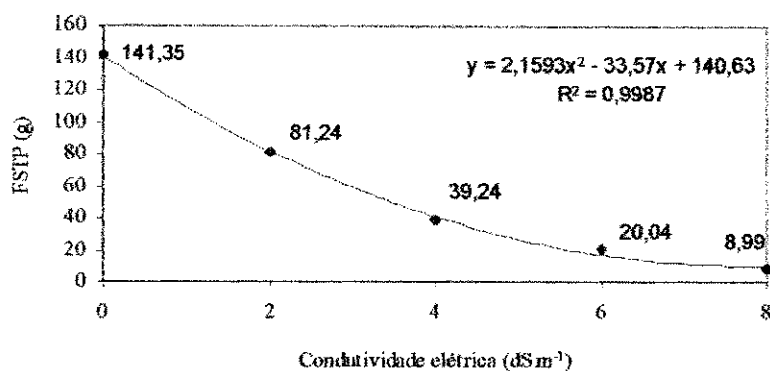


Figura 23. Fitomassa seca da planta, produzida durante todo o experimento, em função dos níveis de salinidade da água.

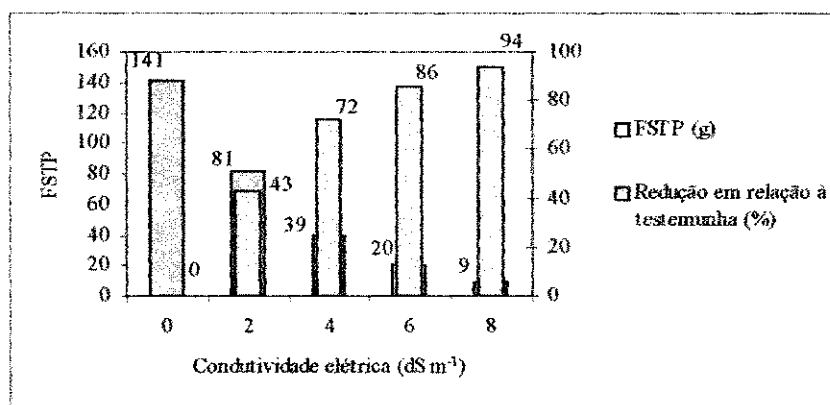


Figura 24. Efeito dos níveis de salinidade da água sobre a fitomassa seca de planta, produzida em todo o período do experimento.

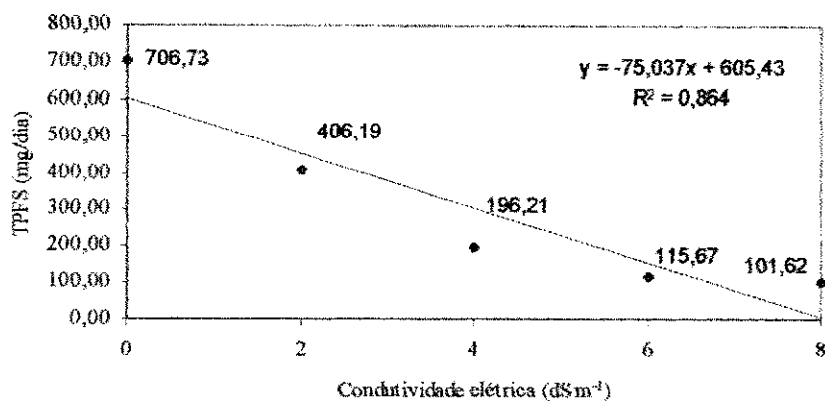


Figura 25. Taxa de produção de fitomassa pela planta, em função dos níveis de salinidade da água.

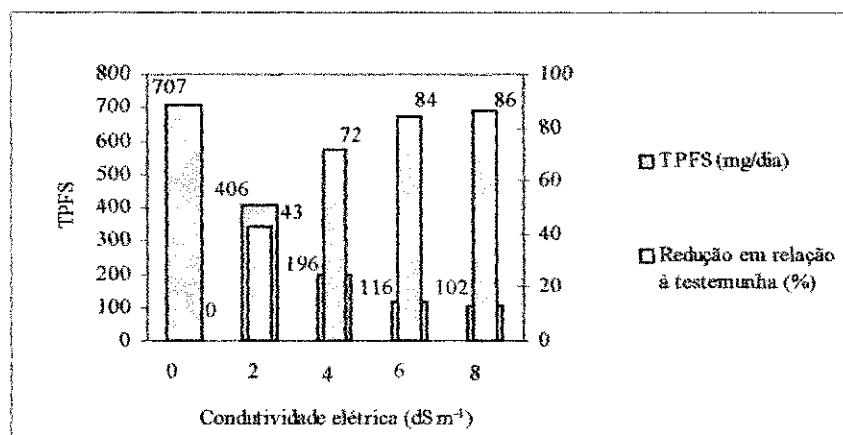


Figura 26. Efeito dos níveis de salinidade da água na taxa de produção de fitomassa.

#### 4.8 RELAÇÃO RAIZ/PARTE AÉREA

O fator salinidade afetou a relação R/PA, ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 8). Segundo os estudos de regressão, o efeito a salinidade sobre a relação raiz/parte aérea foi linear (Figura 27).

Os decréscimos, relativos à testemunha ( $S_0$ ), estão contidos na Figura 28; à medida que aumenta a condutividade elétrica da água de irrigação, menor se torna a relação raiz/parte aérea. A partir do nível de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  de CEai, já ocorre visível perda no valor dessa relação, ocorrendo redução em relação à testemunha de 23, 33, 43 e 58%, para os tratamentos de 2,0, 4,0, 6,0 e  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$  de CEai, respectivamente.

Portanto, na fase inicial de crescimento e desenvolvimento da goiabeira, o aumento da salinidade afeta mais o sistema radicular do que a parte aérea. Segundo Maas & Hoffmann (1977), nem todas as partes da planta são igualmente afetadas, e qualquer correlação entre a resposta do crescimento e o nível de salinidade deve levar esse fato em consideração. Frequentemente, a salinidade inibe menos o crescimento radicular do que o da parte aérea, resultando numa menor relação raiz/parte aérea (Meiri & Shalhevet, 1973; Maas & Hoffmann, 1977; Shannon, 1979; Fageria, 1989), tentativa da planta em explorar maior volume de solo e reduzir a superfície transpirante. Entretanto, em algumas espécies foi também constatado maior efeito da salinidade sobre as raízes (Amorim, 1994; Marinho et al, 1998; Souza, 1999; Viana et al, 2001).

Quanto à matéria orgânica, embora pelo teste F tenha sido significativo o seu efeito sobre R/PA, pelo teste Tukey não foi significativa a diferença entre as médias dos tratamentos  $MO_1$  e  $MO_2$  (Tabela 08).

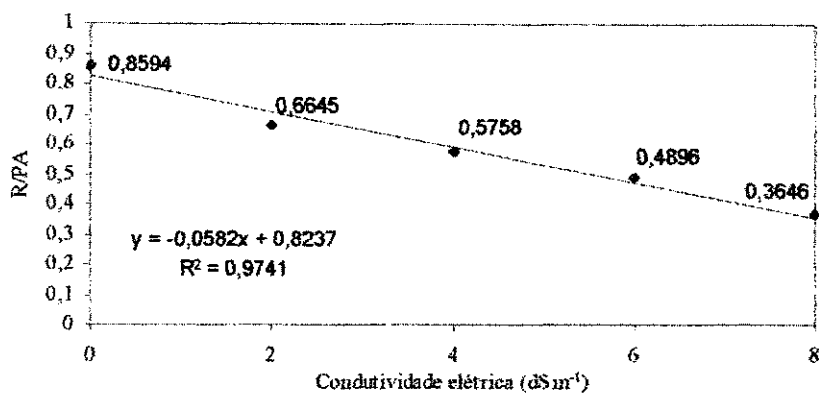


Figura 27. Relação raiz/parte aérea, em função dos níveis de salinidade da água.

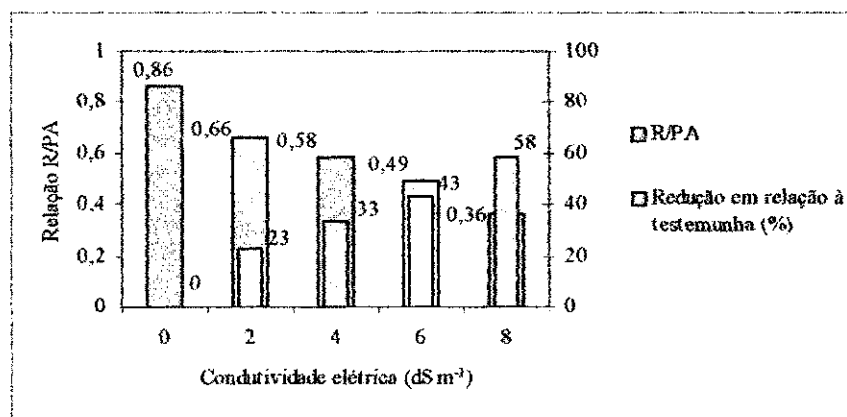


Figura 28. Efeito dos níveis da salinidade da água na relação raiz/parte aérea.



#### 4.9 CONSUMO DE ÁGUA

O consumo de água pelas mudas de goiabeiras foi afetado pelos níveis de salinidade da água de irrigação, como pode ser visto pelos dados contidos na Tabela 10. A presença dos íons cloreto e sódio causou abaixamento do potencial osmótico da solução do solo, prejudicando a absorção de água pelas plantas (Shannon & Noblea, 1995).

Tabela 10. Evapotranspiração das mudas de goiabeira, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), em dois períodos durante o experimento.

CEai (dS m <sup>-1</sup> )	Volumes médios de água consumida (L) por período		Total consumido (L)
	0 – 99 dias	100 – 200 dias	
0	13,87	40,84	54,71
2	9,91	25,81	35,72
4	6,81	12,20	19,01
6	6,16	9,42	15,58
8	4,90	9,13	14,03

Em todos os tratamentos ocorreu maior consumo de água na segunda metade do período experimental, decorrente do crescimento das plantas. No entanto, houve grandes diferenças entre as plantas irrigadas com água destilada (testemunha) e as que receberam água com níveis crescentes de salinidade. Na testemunha foi registrado aumento de 194% no consumo de água no segundo período (100 a 200 dias), enquanto que no tratamento com CEai de 2,0 dS m<sup>-1</sup>, o acréscimo na evapotranspiração baixou para 160%, entre ambos os períodos. O consumo de água foi diminuindo com o aumento da condutividade elétrica da

água de irrigação, sendo de apenas 86% o acréscimo de evapotranspiração no nível mais alto de salinidade ( $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), entre os dois períodos.

A partir de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  foi muito prejudicada a absorção hídrica, refletindo-se em menor evapotranspiração das mudas de goiabeira. Não conseguindo absorver água na quantidade necessária, devido ao seu estado energético mais baixo, as plantas devem ter passado maior tempo com seus estômatos fechados, refletindo-se em decréscimo da taxa fotossintética (Ashraf & O'Leary, 1996), afetando drasticamente o crescimento e desenvolvimento das mudas. Segundo Doorenbos & Kassam (1994), existe uma relação direta entre a evapotranspiração e o crescimento das plantas. A evapotranspiração é máxima, da mesma forma o crescimento, quando a demanda de água é plena; ao contrário, quando existe restrição hídrica, ocorre redução do crescimento, fato aqui constatado com o aumento da CEai.

#### 4.10 TOXICIDADE

Nos tratamentos envolvendo níveis mais altos de salinidade, surgiram sintomas de toxicidade nas folhas, agravando-se no final do experimento. Inicialmente, esses sinais consistiam de clorose no ápice de folhas mais velhas, estendendo-se depois nas margens do limbo (Figura 29). Na área clorótica do ápice do limbo, apareciam, em seguida, áreas necrosadas, evoluindo para as bordas, culminando com a queda dessas folhas, ao se agravarem os sintomas. Na Figura 30 constam três folhas, mostrando a evolução dos sintomas, na ordem da direita (folha normal) para a esquerda (folha com clorose e áreas necrosadas), sinais esses comuns em todos os tratamentos que receberam água salinizada..

Sintomas de toxicidade refletidos em danos severos nas folhas podem ser observados, não só em goiabeiras, mas também em outras espécies. Segundo Bernstein (1965) e Maas (1993), isso é devido à pouca habilidade das frutíferas em excluir o sódio e o cloreto de suas folhas.

Com o agravamento da toxicidade, várias plantas não sobreviveram, principalmente nos tratamentos de maior salinidade. Os sintomas surgidos inicialmente nas folhas mais velhas apareciam depois em folhas novas, com abscisão das primeiras. Em seguida, ocorria paralisação do crescimento, com morte da gema apical (Figura 31), evoluindo para necrose do caule, de cima para baixo, culminando com a morte da planta.

Muito provavelmente, a necrose da gema terminal e da parte superior do caule esteja associada a um desbalanço nutricional, envolvendo Na e Ca, com reflexos sobre o metabolismo de outros nutrientes.

Sabe-se pela literatura que ocorrendo alta concentração de sódio na solução do solo, a absorção de cálcio é prejudicada, pela maior facilidade de ser absorvido aquele

elemento, decorrente de seu menor raio iônico (Cramer et al. 1988; Marshner, 1995). Um dos efeitos nocivos do Na sobre as plantas está relacionado à quebra da integridade da membrana celular, ocasionando distúrbios em sua permeabilidade seletiva (Fink, 1991; Wignarajah, 1995).

Aliado aos efeitos prejudiciais do sódio no metabolismo vegetal, a deficiência de cálcio se reflete na paralisação do crescimento, por sua importante função na constituição da parede celular (Fink, 1991; Marschner, 1995).

O desbalanço nutricional pode ter envolvido também outros nutrientes, como boro, por exemplo, causando a necrose da gema e dos tecidos apicais (Menguel & Kirkby, 1987; Marschner, 1995; Wignarajah, 1995).



Figura 29. Sintomas iniciais do efeito tóxico do uso de água salinizada nas folhas (tratamento  $2 \text{ dS m}^{-1}$ ).

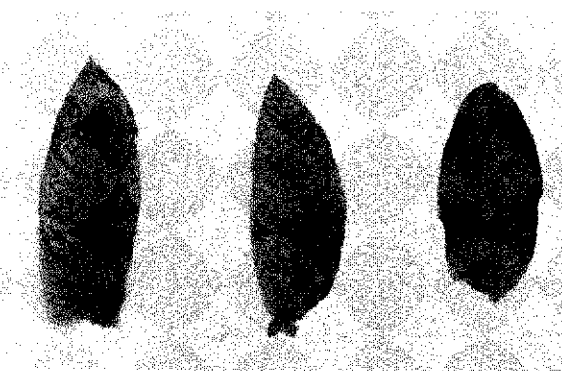


Figura 30. Evolução do efeito tóxico nas folhas, da direita (folha normal) para a esquerda (clorose e necrose), comum em todos os tratamentos.



Figura 31. Planta em estágio avançado de toxicidade, com paralisação do crescimento, no tratamento de  $8 \text{ dS m}^{-1}$  (final do experimento).

## 5. CONCLUSÕES

- A cultivar 'Paluma' de goiaba é sensível à salinidade da água de irrigação.
- É maior a abscisão de folhas em condições de salinidade a partir de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ .
- O crescimento e desenvolvimento das plantas em termos de altura e área foliar e a abscisão das folhas é mais afetado a partir de  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  da água de irrigação.
- O uso de água com CE a partir de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  reduz drasticamente a fitomassa de folhas, caule e frutos.
- O sistema radicular é mais afetado pela salinidade do que a parte aérea.
- Em condições de salinidade a área foliar das plantas é favorecida pela matéria orgânica.
- O aumento da salinidade da água diminui a evapotranspiração das plantas.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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)

ANDRADE, R. **Resposta do maracujazeiro amarelo ao manejo e salinidade da água de irrigação em um solo não salino.** Areia: UFPB, 1998. 60p. (Dissertação de Mestrado).

ARAÚJO, D. da C.; SÁ, J. R. de.; LIMA, E. M. de.; CAVALCANTE, L. F.; BRUNO, G. B.; BRUNO, R. de L. A.; QUEROIS, M. S. de. Efeito do volume da água e da cobertura morta sobre o crescimento inicial do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 4, n. 1, p. 121-124, 2000.

ARAÚJO FILHO, J. B. de. **Efeito da salinidade do solo no crescimento inicial de diferentes cultivares de bananeira.** Campina Grande: UFPB, 1991. 83p. (Dissertação de Mestrado).

ARNON, I. **Crop production in dry regions.** London: I. Hill, 1972, 650p.

ARRUDA, F. D. de **Emissão / abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo Cv. CNPA 7H, em função do sistema de manejo do solo e dos estresses hídricos e salinos.** Areia: UFPB, 1999. 134 p. (Dissertação de Mestrado).

ASHRAF, M.; O'LEARY, J. W. Response of some newly developed salt-tolerant genotypes of spring wheat to salt stress: 11. Water relations and photosynthetic capacity. *Acta Botany Neerlandica*, v. 45, p.29-39, 1996.

AUDRY, P.; SASSUNA, 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.

AYERS, A. D. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agronomy Journal*, 44: 82-84. 1952.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura;** Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

BARRIOS, J. **Prevención de problemas de drenaje y salinidad de suelos irrigados.** Juazeiro, BA. MINTER/ SUDENE/ INCA, 1976. 23p. Curso sobre operación y mantenimiento de perímetros irrigados.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas.** Jaboticabal, FUNEP. 42p., 1988

BERNADO, S. **Manual de irrigação.** 6 ed. Viçosa: UFV, Impr. Universit., 1992. 657p.

BERNSTEIN, L. Effect of salinity on mineral composition and growth of plant. *Proc. 4th International Colloquium Plant Analysis and Fertilizer Problem, Brussels.* Belgium, 4: 25-45. 1964

BERNSTEIN, L. Crop growth and salinity. *In: SHILFGAARD, J. van ed. Drainage for agriculture.* Madison: American of Agronomy, 1974. Cap. 3, p. 34 - 54 (Agronomy, 17)



- BERNSTEIN, L. Effect of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Review Phytopathol.**; n.13, p. 295-311, 1975.
- BHUMBLA, D. R.; ABROL, I. P. Saline and sodic soil. *In: Irrigation, Solis and rice.* Los Baños, p.719-734, 1978.
- BRADY, N. C.; BUCKMAN, H. O. **Natureza e propriedades dos solos.** 6.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983, 647p.
- BRESLER, E.; McNEAL, B. L.; CARTER, D. L. **Saline and sodic soils: principles, dynamic, modeling.** Berlin: Springer-Verlag, 1982. 236p.
- CAIRO, P. A. R. **Curso básico de relações hídricas de plantas.** Vitória da Conquista: UESB, 1995. 32p.
- CARNEVALI, A. **La Guava.** Fruticultura, Bolonha, v. 3, n. 12, p. 29 – 33, 1976.
- CARTER, D. L. Problems of salinity in agriculture. *In: POLJAKOFF-MAYBER, A.; GALE, J. (eds.). Plants in saline environments.* Berlin: Springer-Verlag, 1975. Cap. 2., p.25-35. (Ecological Studies, 15).
- CARVALHO, S. S. **Obtenção de mudas de gravioleira Morada submetidas a fontes e níveis da salinidade da água.** Areia: UFPB. 49p.1999.(Dissertação de Graduação em Agronomia).
- CAVALCANTE, L. F.; CHAVES, L. H. G.; BRITO NETO, J.; LUCENA, E. R. Os sais e as plantas. **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Solos.** Areia: UFPB, v. 7, p. 1-48. 1985.
- CHAVAN, P. D.; KARADGE, B. A. Influence of salinity of peanut (*Arachis hypogaea* L. ). **Plant and Soil,** The Hague, v. 54, p. 5-13, 1980.

CHARPENTIER, J. M.; MARTIN-PREVEL, P. **Carences et troubles --de la nutrition minerale chez le bananier. Guide de diagnostic pratique.** Paris: IFAC, 1968. 75p.

CHRISTIANSEN, J. E.; OLSEN, E.; WILLARDSON, L. S. Irrigation water quality evaluations. **J. Irrig. Drain. Div.**, n.103, p. 155-69, 1977.

COLMET-DAAGE, J. E.; OLSEN, E.; WILLARDSON, L. S. Etude préliminaire des sols de la région bananière de Santa Marta (Colombie). **Fruits**, v.23, p. 21-30, 1968.

COSTA, F. F. da. **Efeito de deficit hídrico no crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. R. latifolium Hutch).** Campina Grande: UFPB, 1985. p. 92. (Dissertação de Mestrado)

COSTA, R. G.; CARVALHO, H. O.; GHEYI, H. R. Qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, p. 242-244, 1982.

CRAMER, G. R.; EPSTEIN, E.; LAUCHILI, A. Kinetics of root elongation of maize in response to short-term exposure to NaCl and elevated calcium concentration. **Journal of Experimental Botany**, v. 39, p.1513-1522, 1988.

CRUCIANI, D. E. Drenagem agrícola para recuperação dos solos afetados por sais. *In*: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. de. (Editores). **Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada.** CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26. Campina Grande- PB, 1997. p. 209 – 238.

DAKER, A. A água na agricultura. **Irrigação e drenagem.** 7. Ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1988. 543p. 3v.

DINIZ, M. S. **Avaliação da fertilidade de duas classes de solos cultivadas com algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. latifolium, Hutch) no estado da Paraíba.** Areia: UFPB, 1984. 132P. (Dissertação de Mestrado)

DONEEN, L. D. Water quality for irrigated agriculture. In: POLJAKOFF-MAYBER, A., GALE, J. (eds.). **Plants in saline environments**. Berlin: Springer-Verlag, 1975. Cap.4, p. 56-76. (Ecological Studies, 15).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. p.181-184. (FAO, 33).

EATON, F. M. Toxicity and accumulation of chloride and sulfate salts in plants **Journal Agr. Res.**, n.64, p.357-99, 1942.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1997. (n.p.)

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA /DPU, 1989. 425p. (EMBRAPA – CNPAF. Documentos, 18).

FAO/UNESCO. **Irrigation, drainage and salinity: an international source book**. London, Hutchison, 1973. 510 p.

FEIGIN, A. Fertilization management of crops irrigated with saline water. **Plant and Soil**, n. 89, p. 285-99, 1985.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL /EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.

FERRI, M. G. (ed.) **Fisiologia vegetal 1**. Editora EPU: EDUSP. 350p., 1979.

FINK, S. Comparative microscopical studies on the patterns of calcium oxalate distribution in the needles of various conifer species. **Bot. Acta**, v.104, p.306-315, 1991.

GALE, J. Water balance and gas exchange of plants under saline conditions. In: POLJAKOFF-MAYBER, A.GALE, J. ed. **Plants in saline environments**. Berlim, Springr-Verlag, 1975. p. 168-85.

GARCIA, V. Etat actuel des études de nutrition et fertilité en culture bananière à Tenérife. *Fruits*, v. 32, p. 15-23, 1977.

GERHARDT, L. B. de A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R. L. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. *Pesquisa Agrop. Brasileira*, Brasília, v. 32, n.2, p. 185 – 192, fev. 1997.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. de A.; SANTANA, M. J. de. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. *In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande. v. 4, n. 1, p. 125 –128, 2000.

GHEYI, H. R.; BARRETO, A. N.; GARRI, A. C. R. C.; ALMEIDA, A. M. Seleção de cultivares de arroz irrigado para solos salin-sódicos. II. Ensaio de campo. *Pesquisa Agropec. Bras.*, v.22, n. 11/12, p.1195-9, 1987.

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. 1991. 70p (Documento elaborado para Escola Superior de Agron. de Mossoró/RN)

GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. da. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. *In: SBEA*. Campina Grande: UFPB, 1997. 383p.

GONZAGA NETO L. Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção. **Série Publicações técnicas: Frupep**, 5. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994, 49p.

GREENWAY, H. Salinity, plants growth and metabolism. *Journal Austral. Inst. Agric. Sci.*, 39: 24-34, 1973.

HASSAN, N. A. K.; DREAW, J. V.; KNUDSEN, D.; OLSON, R. A. Influence of nutrients in barley and corn. *In: Agronomy Journal*, Madison, v. 62, n. 1, p. 43 –45. 1970.

HOFFMAN, G. J.; PHENE, C. Effect of constant salinity level on water use efficiency of bean and cotton. *Transactions of the ASAE*. v. 14, p.1102-1106, 1971.

HOODA, P. S; YAMDAGNI, R. Salt tolerance of guava (*Psidium guajava* L.) and aonla, *Emblica officinalis* at germination stage. **Research and Development Rep.**, v. 8, n. 1, p. 36-38, 1991

HOORN, J. W. van. Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects. *In: Salinity Seminar, Baghidad*. Rome: FAO, 1971. p. 117-35. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 7).

HUNT, R. **Plant growth curves – The functional approach to plant growth analysis 1**. Edward Arnold ED., Londres, 247p. 1982.

ITAL - INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (Campinas, SP). **Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. Ed. Ver. Ampl., Campinas, 1988. (ITAL Série Frutos Tropicais, 6). 224p. il.

ITAL - INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas, SP:ITAL, 1989. 367p. (ITAL. Frutas tropicais, 7).

KAMPHORST, A.; BOLT, G. H. Saline and sodic soils. *In: BOLT, G. H.; BRUGGENT, M. G. (eds.) Soil chemistry*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976. v.1 cap.9, p. 171-91. (Developments in Soil Science, 5A).

KAUL, M. K. **Studies on salt tolerance in guava**. 1981 (thesis submitted to HAU for Ph.D. degree).

KAUL, M. K.; MEHTA, P. K.; BAKSHI, R. K. Note on effect of different salts on seed germination of *Psidium guajava* L. cv. L-49 (sardar). **Curr. Agric.** v.12, 1988. p.83-85.

KHALIL, M. A.; AMER, F.; ELGABALY, M. M. A salinity fertility interactions study of corn in cotton. **Soil Sci. Am. Proc.**, Madison, v.81, p.683-686, 1967.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. 408p.

KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVELT, Y. Quality of irrigation water. *In*: KOVDA, V. A.; BERG, C. van den, HAGAN, R.M. (Eds.). **Irrigation, drainage and salinity**. London: HUTCHINSON/FAO/UNESCO, 1973. Cap.7, p.177-205. (FAO-UNESCO. Internacional Source Book).

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)

LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanism of salt tolerance in plants. **Calif. Agric.**, v. 38, n.10, p. 18-20, 1984

LEPRUN, J. C. Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. **Relatório final do convênio Manejo e Conservação do Solo do Nordeste Brasileiro**. Recife. SUDENE – DRN. 1983. P.91-141.

LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses. 2ed. **New York: Academic**, 1980. 2v., v.2, 607p. II. Chap.4: salt stresses, p.363-488.

LIMA, K. L. **Influência da salinidade da água de irrigação sobre a germinação de sementes e crescimento inicial da pinheira (*Annona squamosa* L.)**. Areia: UFPB. 1999. (Dissertação de Mestrado).

LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J. A. **Interpretação de análise de solo: conceitos e aplicações**. 3ª ed. Comitê de pesquisa/Técnico/ANDA (associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas). São Paulo, 1992. 50p.

MAAS, E. V. Crop tolerance. **Calif. Agric.**, v.38, n.10, p.20-1, 1984.

MAAS, E. V. Crop tolerance to saline sprinkling water. **Plant and Soil**, n. 899, p. 273-284, 1985.

MAAS, E. V. Salt tolerance of crops. **Applied Agric. Research**, v.1, n.1, p. 12- 26, 1986.

- MAAS, E. V. Salinity and citriculture. **Tree Physiology**, v.12, p.195-216. 1993
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: evaluation of existing data. In: **International Salinity Conference**, Lubbock, Texas. p.187-98, 1976.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. **Journal of the Irrig. and Drainage**, v.103, p.115-134, 1977.
- MAAS, E. V., NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerance to salinity. In: JUNG, G. A. (ed.). **Crop tolerance to suboptimal land conditions**. Madison: Amer. Soc. Agron., 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
- MAKHIJA, M.; DHANKAR, O. P.; SINGHROT, R. S. Effect of soil salinity level on growth and leaf mineral composition of guava (*Psidium guajava* L.). **Haryana J. Hort. Sci.** v. 9, n.1-2, p. 21-25. 1980.
- MALAKANDAIAH, N.; KAJESWARARAO, G. Effect of fosfin application of phosphorus on growth and mineral composition in pesnut plants (*Arachis hipogea* L.) under salt stress. **Plant and soil**. v.52, n.1, p. 41-48, 1979.
- MARINHO, F. J. L. ; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Desenvolvimento inicial do abacaxizeiro, cv. Smooth cayenne, sob diferentes condições da salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.2, n.1, p.1-5, 1988. Campina Grande: DEAg/UFPB.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTIN, A. Industrialização da goiaba. **Boletim do Centro Tropical de Pesquisa e Tecnologia de Alimentos**, v.12, p.37-54. 1967.

MENGUEL, K.; KIRBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern: International Potash Institute 1987. 687p.

MUNISH, M.; DHANKHAR, O. P.; SINGHROT, R. S. Effect of soil salinity levels on growth and leaf mineral composition of guava (*Psidium guajava* L.). **Haryana J. Hort Sci.** v. 9 n.1-2, p. 21-25. 1980.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXVI, Campina Grande, 1997. **Anais**. Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, p.1-35, 1997.

PATIL, P. K.; PATIL, V. K.; GHONSIKAR, C. P. Effect of soil salinity on growth and nutritional status of guava (*Psidium guajava* L.). **Intern. Journal Trop. Agri.** v. II, n. 4, p. 337-344. 1984

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JUNIOR, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal, SP: UNESP, 1986. 142p. il.

PEREIRA, K. S. N. **Tolerância varietal da goiabeira à salinidade da água de irrigação durante a germinação e produção de mudas**. Areia: UFPB, 2000. 82 p. (Dissertação de Mestrado).

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. 2. Ed. Madrid: Editorial Agrícola Española, 1985. 542p.

POLJAKOFF-MAYBER, A.; GALE, J. Physiological basis and practical problems of reducing transpiration. In: Kozlowisk, T. T. **Water deficits and plant growth**, Wisconsin: Depart. of Forestry, Gravivessit of Wisconsin. p. 277 – 306, 1972.

PRIMAVESI, A. **Agricultura em regiões tropicais**. S. Paulo: Nobel, 541p., 1990.

RICHARDS, L. A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soil**. Washington D. C.: U. S. Depart. of Agricul., 1954. 160p. (USDA. Agric. Handbook, 60).



- RHOADES, J. D. Quality of water for irrigation. *Soil Sci.*, n. 113, p.277-84, 1972.
- RHOADES, J. D., LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, B. A., NIELSEN, D. R. (co-eds.). **Irrigation of agricultural crops.** Madison: Amer. Soc. Agron., 1990. Cap. 9, p.31-67. (Agronomy, 30).
- RUSSEL, E. W., RUSSEL, E. J. **Soil conditions and plant growth.** London: Longman, 1973. 849p.
- SALISBURI, F. B., ROSS, C. W. **Plant physiology.** Beimont: Wadsworth Publishing, 1978. 422p.
- SAMPAIO FILHO, C. V. **Tolerância do mamoeiro à irrigação com água salina.** Cruz das Almas - BA: UFBA, Escola de Agron., 1999. 73p. (Dissertação de mestrado).
- SANTOS, F. J. S. Produção de mudas de pé-franco de graviola (*Annona muricata* L.) Irrigados com água de diferentes qualidades. *In:* XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1998, Poços de Caldas – MG, p. 166 – 168. 1998.
- SANTOS, J. B. **Produção e qualidade da muda de maracujazeiro irrigada com água salina.** Areia: UFPB. 57p. 1999. (Dissertação de graduação em Agronomia).
- SANTOS, J. G. R.; GHEYI, H. R. Crescimento da bananeira - nanica sob diferentes qualidades de água de irrigação. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, v. 28, n.3, p. 339-347. 1993.
- SANTOS, R. V. dos; MURAOKA, T. Correlação de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro (*Vigna unguiculata*). In: XXII Reun. Bras. de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 1997, Manaus. (Resumo) Manaus. 1997. não paginado.
- SHAINBERG, I., OSTER, J. D. **Quality of irrigation water.** Bet Dagan: Intern. Irrigation Center, 1978. 65p.

SHALHEVET, J. Irrigation with saline water. In: B. YARON; E. DANFORS; Y. VAADIA, (eds.) **Arid zone irrigation**. Berlin: Spring-Verlag) cap. 6, p. 263 – 76, 1973 (Ecological Studies, 5).

SHANNON, M. C. In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. **Hort. Sci.**, v.14, n.5, p.587-99, 1979.

SHANNON, M. C. Adaptation of plants to salinity. In: SPARKS, D. L. **Advances in Agronomy**. Newark, Academy Press. v. 60, p. 76 – 109. Riverside, California. 1997.

SHANNON, M. C.; NOBLEA, C. L. Variation in salt tolerance and ion accumulation among subterranean clover cultivars. **Crop Science**, v. 35, p.798-804, 1995.

SILVA, A. F. **Efeito do estresse salino sobre o crescimento, estado hidrico e nutricional do girassol**. Areia: UFPB, 1996. 68 p. (Dissertação de graduação em Agronomia).

SINGH, A. K.; PATHAK, R. K. Sodicity and salinity effect on guava (*Psidium gajava* L.). **Indian Journal of Agricultural Sciences**. V.62, n.3, p.220 –223, march, 1992.

SMEDEMA, L. K.; RYCROFT, D. W. **Land drainage: planning and design of agricultural drainage systems**. London: B. T. Bastsford Ltd., 1988. 376p.

SOUZA, R. F. A. **Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de melão (*Cucumis melo* L.) e melancia (*Citrullus vulgaris*) sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação**. Campina grande: UFPB, 1999. 96p. (Dissertação de Mestrado)

STROGONOV, B. P. Physiological basis of salt tolerance of plants. Jeruzalem: Israel Prog. Sci. Transl., 1964. 279p.

STROGONOV, B. P.; SHEVYAKOVA, N. I.; KABANOV, V. V. Diamines in metabolism of plants under conditions of salinization. **Fisiol. Rast.** v.19, p.1098-1104. 1972.

TERRY, N.; WALDRON, L. J. Salinity, photosynthesis and leaf growth. **Calif. Agric.**, Berkeley, v.38, p.38-39, 1984.

THORNE, D.W.; PETERSON, H. B. Irrigated soil: **Their fertility and management**. 2. Ed. Bombay-New Delhi, Tata McGraw-Hill Publishing. Co. Ltd, 1954. 329p.

VIANA, S. B. A.; RODRIGUES, L. N.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Produção de alface em condições de salinidade a partir de mudas produzidas com e sem estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.5, n. 1, p. 60-66, 2001.

WITHERS, B.; VIPOND, S. **Irrigação: projeto e prática**. São Paulo:EPU,1988. 339p.

WIGNARAJAH, K. Mineral nutrition of plant. In: Pessarakli, M (ed) **Handbook of plant and crop stress**. New York: Marcel Dekker Inc, 1995. p. 193-222.

YARON, B.; VINK, A. P. A. Soil survey for irrigation. In: YARON, B.; DANFORS, E.; VAADIA, Y. (eds.). **Arid zone irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, 1973. Cap.5, p. 203-13, (Ecological Studies, 5).