

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRO-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE
ABACAXIZEIRO (*Ananas comosus*,L.) CV. SMOOTH CAYENNE, EM
DIFERENTES SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.

FRANCISCO JOSÉ LOUREIRO MARINHO

CAMPINA GRANDE - PB

DEZEMBRO -1996

FRANCISCO JOSÉ LOUREIRO MARINHO

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE
ABACAXIZEIRO (*Ananas comosus*, L.) CV. SMOOTH CAYENNE, EM
DIFERENTES SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO : ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES : PEDRO DANTAS FERNANDES

HANS RAJ GHEYI

CAMPINA GRANDE - PARAIBA

DEZEMBRO / 1996

PARECER DE JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

FRANCISCO JOSÉ LOUREIRO MARINHO

TÍTULO: "*Avaliação do crescimento e desenvolvimento de mudas de abacaxizeiro (Ananas comosus L.) cv. Smooth Cayenne, em condições de salinidade da água de irrigação*".

COMISSÃO EXAMINADORA


PARECER

Prof. Pedro Dantas Fernandes
Orientador



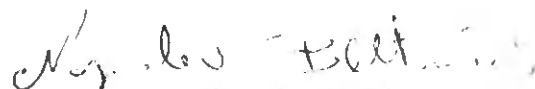
Aprovado

Prof. Hans Raj Gheyi
Co-Orientador



Aprovado

Prof. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Examinador



Aprovado

Campina Grande, 27 de Dezembro de 1996

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG

OFEREÇO a todos os devotos do "Senhor Supremo",
em especial, para os meus pais Severino Marinho Leite e
Maria de Lourdes Loureiro Marinho e ao grande mestre
espiritual Srila Prabhupada.

DEDICO a minha esposa Mirta, e meus filhos
Síría, Pedro e Narayana.

AGRADECIMENTOS

Ao querido e amado SENHOR KRÍSHNA, por existir, fazer existir, amar e fazer amar.

Ao querido e amado SRILA PRABHUPADA, por ensinar-me que o serviço devocional amoroso a suprema personalidade de Deus é a meta última da vida.

A todos os DEVOTOS DE KRISHNA, que me fizeram entender que a ação é melhor que a inação e todo trabalho oferecido ao DEUS SUPREMO nos purifica e eleva espiritualmente.

A minha ESPOSA pelo apoio recebido.

Aos professores PEDRO DANTAS E HANS pela orientação e os ensinamentos ministrados.

E aos demais, que de alguma forma, contribuíram na elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

	pag.
RESUMO.....	13
ABSTRATCT.....	14
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Efeito da Salinidade da Água nas Culturas.....	19
2.1.1 Considerações Gerais.....	19
2.1.2 Efeitos Osmóticos.....	21
2.1.3 Efeitos Tóxicos.....	22
2.1.4 Efeitos Nutricionais.....	26
2.2 Efeito da Salinidade da Água no Solo.....	27
2.2.1 Considerações Gerais.....	27
2.2.2 Efeito Sobre as Propriedades Físicas do Solo.....	29
2.2.3 Efeito Sobre as Propriedades Químicas do Solo.....	30
2.3. Tolerância das Culturas à Salinidade.....	33
2.3.1 Generalidades.....	33
2.3.2 Mecanismos de Tolerância.....	34

2.3.3 Determinação dos Valores de Tolerância.....	35
2.4 Tolerância do Abacaxizeiro a Salinidade.....	43
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.1 Localização do Experimento.....	44
3.2 Substrato Utilizado.....	44
3.3 Tratamentos e Delineamento Experimental.....	46
3.4 Recipientes.....	47
3.5 Mudas.....	48
3.6 Plantio e Irrigações.....	48
3.7 Adubações.....	49
3.8 Cuidados Fitossanitários.....	50
3.9 Avaliação dos Variáveis.....	50
3.9.1 Análise do Solo e da Água.....	50
3.9.2 Índice de Enraizamento das Mudas.....	51
3.9.3 Emissão de Folhas e Área Foliar	51
3.9.4 Fitomassa Total.....	51
3.9.5 Variação de Peso Individual.....	52
3.10 Análises Estatísticas.....	52
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	53
4.1 Estudo de Solo e da Água	53
4.1.1 Características Químicas do Solos antes e depois dos Trabalhos Experimentais.....	53
4.1.2 Avaliação dos Volumes de Água Utilizada nas Irrigações.....	55
4.1.3 Avaliação da Condutividade Elétrica da Água Drenada.....	55

4.2 Efeito dos Diferentes Níveis de Salinidade Sobre as Plantas.....	56
4.2.1 Índice de Enraizamento das Mudas.....	56
4.2.2 Emissão de Folhas.....	58
4.2.3 Área Foliar.....	60
4.2.4 Peso da Matéria Seca das Raízes.....	62
4.2.5 Peso da Matéria Seca das Folhas.....	67
4.2.6 Fitomassa Total	69
4.2.7 Variação do Peso da Matéria Verde das Plantas e Observações Gerais.....	71
5 CONCLUSÕES.....	74
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
7 ANEXOS.....	87

LISTA DE TABELAS

	pag	
TABELA 1	Concentração permissível de cloretos no extrato de saturação para algumas culturas.....	23
TABELA 2	Tolerância relativa de algumas culturas ao sódio trocável.....	24
TABELA 3	Tolerância relativa de determinadas culturas ao boro.....	25
TABELA 4	Tolerância à salinidade de culturas e seu rendimento potencial em função da salinidade do solo ou da água de irrigação.....	39
TABELA 5	Tolerância relativa de determinadas culturas.....	41
TABELA 6	Características físicas, hidricas e químicas do solo utilizado no experimento.....	45
TABELA 7	Total de nutrientes aplicados por planta no período experimental.....	50
TABELA 8	Resultados médios de algumas características de solo, antes e após o experimento.....	54
TABELA 9	Volumes de água utilizados nas irrigações, por tratamento, no período em estudo.....	55

TABELA 10	Resumo da análises de variância dos valores médios do índice de enraizamento das mudas, área foliar, emissão de folhas, peso da matéria seca das raízes, das folhas e da matéria seca total das mudas de abacaxizeiro, aos 140 dias após plantio, em função dos níveis de salinidade na água de irrigação.....	63
TABELA 11	Valores médios das variáveis índice de enraizamento das mudas, emissão de folhas, área foliar, peso da matéria seca das raízes, das folhas e da matéria seca total das mudas de abacaxizeiro, aos 140 dias após plantio, em função dos níveis de salinidade na água de irrigação.....	66
TABELA 12	Informações da climatologia de Campina Grande no período experimental.....	73

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pags.
FIGURA 1 : Efeito da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre a salinidade média do solo (CEes) do solo na zona radicular para varias frações de lixiviação (FL).....	38
FIGURA 2 : Curva característica de umidade do solo a diferentes tensões.....	46
FIGURA 3 : Sistema de recipientes para plantio e coleta de água drenada.....	48
FIGURA 4 : Condutividade elétrica da água drenada,em função do tempo e da condutividade elétrica da água de irrigação, observados durante o período experimental.....	56
FIGURA 5 : Índices de enraizamento das mudas em função do nível de salinidade da água de irrigação.....	57
FIGURA 6 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação no número médio de folhas emitidas aos140 dias após plantio.....	59
FIGURA 7 : Número de folhas emitidas (Y) , aos 140 dias após plantio, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (X).....	59
FIGURA 9 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação na área foliar das plantas de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne aos 140 dias de após plantio.....	61

FIGURA 10 : Área foliar média , das plantas de abacaxizeiro (Y) aos 140 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (X)..... 61

FIGURA 11 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação no peso médio da matéria seca da raiz das plantas de abacaxizeiro (aos 140 dias)..... 64

FIGURA 12 : Peso médio da matéria seca da raiz de abacaxizeiro (Y), aos 140 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (X)..... 64

FOTO 01: Desenvolvimento do sistema radicular do abacaxizeiro irrigado sob diferentes níveis de salinidade..... 65

FOTO 02 : Inibição no desenvolvimento do sistema radicular do abacaxizeiro provocado por elevado nível de salinidade na água de irrigação..... 65

FIGURA 13 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação no peso médio da matéria seca das folhas de abacaxizeiro, aos 140 após plantio..... 68

FIGURA 14 : Peso médio da matéria seca das folhas das plantas de abacaxizeiro (Y), aos 140 dias após plantio, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (X)..... 68

FIGURA 15 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação no peso médio da matéria seca das plantas de abacaxizeiro aos 140 dias após plantio..... 70

FIGURA 16 :	Peso médio da matéria seca das plantas de abacaxizeiro (Y), aos 140 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (X).....	70
FIGURA 17	Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação na variação do peso médio da matéria verde das plantas de abacaxizeiro, aos 140 dias após plantio.....	72
FIGURA 8 :	Correlação encontrada entre peso e área das folhas de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne.....	58

RESUMO

Com o objetivo de identificar alguns efeitos de diferentes níveis de salinidade na água de irrigação sobre o crescimento e desenvolvimento do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L) cv. Smooth Cayenne, durante os primeiros 140 dias após plantio, conduziu-se um experimento em casa de vegetação, no período de junho a outubro de 1996, utilizando-se material de um Regossolo. Adotou-se delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, testando-se 8 níveis de salinidade (condutividade elétrica de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dS/m a 25°C) na água de irrigação, preparados adicionando-se volumes adequados de NaCl e CaCl₂, mantendo-se a proporção de 7:3 entre Na e Ca respectivamente. Foram plantadas mudas de abacaxizeiro em recipientes plásticos, contendo 10 kg de material de solo, irrigados semanalmente de acordo com a água evapotranspirada. Em intervalos mensais, foram adicionados volumes de água de forma a permitir uma lixiviação equivalente a 15% da água utilizada no período. Foram, também, realizadas adubações com fertilizantes minerais e orgânicos, seguindo-se as recomendações para a cultura. Pode-se observar nos resultados obtidos que, com a elevação dos níveis de salinidade na água de irrigação ocorreram reduções significativas em todas as variáveis estudadas (índice de enraizamento das plantas, emissão de folhas, área foliar, fitomassa das diversas partes da planta e variação no peso da matéria verde das plantas), sendo os efeitos mais drásticos observados nos tratamentos com níveis de salinidade a partir de 4 dS/m a 25°C. Entre as variáveis estudadas, o peso da matéria seca das raízes do abacaxizeiro foi a mais afetada, com reduções de 56,7; 55,1; 52,4; 86,1; 93,2; 82,9; 92,7% para os níveis de salinidade na água de irrigação de 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dS/m a 25°C, respectivamente, em relação a testemunha (T0). A emissão de folhas também foi bastante afetada pelos níveis de salinidade na água de irrigação, com redução de 38,1% em relação a testemunha (T0), já no tratamento de 1 dS/m. As análises de solo, após o experimento, revelaram elevados níveis da condutividade elétrica no extrato de saturação, inclusive na testemunha, indicando que parte da salinidade a que estavam expostas as plantas foi provocada pelos fertilizantes utilizados.

ABSTRACT

With the objective to identify the effects of different levels of salinity of the irrigation water on growth of pineapple cv. Smooth Cayenne during initial stages (up to 140 days), an experiment was carried out in greenhouse located at UFPB- Campina Grande- PB, during the period of June to October 1996. The soil utilized in the study was of the region of Salgadoinho of Campina Grande, classified as regossol. A randomized block design, with 4 replications was adopted, with 8 different levels of water salinity (electrical conductivity of 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 dS/m at 25°C) of the irrigation water, prepared by adding adequate volumes of NaCl and CaCl₂ solutions, maintaining 7:3 proportion between Na and Ca, respectively. The pineapple suckers were planted in plastic recipients, containing 10 kg of soil and were irrigated weekly according to evapotranspiration. At monthly intervals, the volumes of water were adjusted in such a way to permit leaching equivalent to 15 % of water used during the period. Mineral fertilizers and organic manures were add following recommendations for crop. The results obtained show that, high levels of salinity in the irrigation water, provoked significant reductions for all variables (establishment index, emission of leaf, leaf area, dry weights of different parts of plant and variation in green weights), although drastic effects were verified in treatments with salinity levels of irrigation water from 4 dS/m. Among the variables studied, dry weight of root was found to be most affected showing reductions of 56,7; 55,1; 52,4; 86,1; 93,2; 82,9 and 92,7% for salinity levels in the irrigation water of 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 dS/m of 25°C respectively, in relation to control. Also the leaf emission of was affected significantly by salinity levels of irrigation water, showing reduction of 38,1% in treatment of 1 dS/m electrical conductivity. At the end of experiment, soil analysis revealed high levels of electrical conductivity in saturation extract of soil, including control, which indicates that part of salinity to which the plant was exposed was provoked by fertilizers used.

1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus L.*), planta da família das bromeliáceas, com provável origem nas bacias do Paraná e do Paraguai (Doorenbos & Kassam, 1994) produz um dos frutos mais saborosos do mundo, que pode ser consumido tanto na forma natural como na forma de produtos industrializados (Bezerra et al., 1982). É uma das principais frutíferas cultivadas no Nordeste e, principalmente, na Paraíba. Pelos dados do IBGE (1993), a produção nacional no ano de 1993 foi de 974.564.000 frutos, sendo 341.003.000 produzidos em Minas Gerais, seguido da Paraíba com 236.622.000 de frutos. A maior produtividade média nacional é da Paraíba (28.000 frutos/ha). Segundo dados da FAO, em 1993 foram produzidos 12 milhões de toneladas de frutos a nível mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor desta bromeliacea.

A abacaxicultura tem um caráter social bastante significativo, absorvendo mão de obra durante todos os meses do ano. No Estado da Paraíba encontra-se distribuída atualmente em 23 municípios das microrregiões: Piemonte da Borborema, Litoral, Brejo Paraibano e Agropastoril do Baixo Paraíba. Todavia, as maiores áreas de produção estão localizadas nos municípios de Sapé, Mari e Mamanguape (Choairy et al. , 1981).

Apesar de a necessidade hídrica da cultura ser, de maneira geral, baixa, quando comparada com outras frutíferas de ciclo vegetativo longo, com a evapotranspiração máxima (ETm) variando entre 700 e 1000 mm por ano, o abacaxizeiro é sensível ao déficit hídrico, especialmente, durante o período de crescimento vegetativo, quando são determinados o tamanho e as características da frutificação (Doorenbos & Kassam, 1994). A faixa ideal de precipitação para a cultura do abacaxi é de 1000 a 1500 mm/ano bem distribuídos. Em áreas com precipitação média anual menor que 500 mm, o abacaxi só deve ser cultivado sob irrigação. Além disso, mesmo em regiões com precipitação dentro da faixa ótima, se ocorre três meses consecutivos com precipitação menor que 25 mm ou, ainda, cinco meses abaixo de 40 mm, a cultura também deve ser cultivada sob irrigação (Cunha et al., 1995).

A maior parte dos cultivos encontrados no Brasil, são realizados em condições de sequeiro. No entanto, os melhores resultados econômicos e as maiores produtividades são obtidos nas áreas irrigadas. Em cultivos de sequeiro a produtividade média é de cerca de 30 t/ha bem inferior as 60 t/ha obtidos nos cultivos irrigados. Segundo Reinhardt (1996), as vantagens da irrigação na abacaxicultura parecem ser bastante óbvias, manifestando-se em menores riscos de produção, acréscimos na produtividade da cultura e melhor qualidade dos frutos, sobretudo nos aspectos físicos de tamanho e peso. Existem, no entanto, vantagens adicionais de fundamental importância, como a possibilidade de um melhor escalonamento da produção e das atividades na propriedade, ao longo do ano e/ou do deslocamento da colheita para períodos de entressafra, quando preços mais altos dos frutos permitem lucratividade bem maior.

A tendência é aumentar a área irrigada no Nordeste para atender à demanda de alimentos da população. E ao se tratar de irrigação, nessa região, um dos principais problemas

a ser evitado é a salinização das terras, através de um manejo adequado de água e solo. A concentração de sais nas águas que podem ser utilizadas em irrigação no Nordeste, varia bastante de um lugar para outro e há evidência dessa variação ao longo do tempo, principalmente nos pequenos açudes (Costa & Gheyi 1984, Laraque 1989, Audry & Suassuna 1990). Dados de análise de águas, normalmente utilizadas em irrigação, de grande parte dos mananciais das microrregiões interioranas, apresentam concentração total de sais na faixa de 1 a 30 meq/l, correspondendo à condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS/m (Leprum, 1983; Costa et al., 1982 ; Laraque, 1989; Audry & Suassuna, 1990), com riscos significativos de salinização do solo e efeitos deletérios no rendimento das culturas.

Nas áreas irrigadas da zona semi-árida do Nordeste, os teores de sais na água de irrigação, a intensa evaporação e a deficiência de drenagem, têm provocado problemas de salinidade nos solos, reduzindo o crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo Damasceno (1978), em aproximadamente 19% das áreas irrigadas, a salinidade tem afetado a produção da maioria das culturas exploradas.

Várias tecnologias têm sido utilizadas para se produzir, economicamente, em condições de solo ou de água salina. Dentre elas, o uso de culturas consideradas tolerantes à salinidade tem se destacado, sendo importantes os estudos que visem a avaliar a sensibilidade das espécies ao estresse salino.

Enquanto que para outras culturas são encontrados vários trabalhos sobre efeitos de qualidade de água e de salinidade do solo sobre os rendimentos, raros são os estudos desta natureza desenvolvidos com abacaxizeiro (Maas, 1984).

Ayers & Westcot (1991) consideram o abacaxizeiro como moderadamente tolerante à salinidade, sem, contudo, apresentar dados sobre cultivares e as condições edafo-climáticas

em que os estudos foram desenvolvidos. Considerando a escassez de informações sobre os efeitos do estresse salino em abacaxizeiro, o presente trabalho foi realizado, com o objetivo de desenvolver estudos que possam avaliar o grau de sensibilidade dessa espécie à salinidade da água de irrigação.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeito da Salinidade da Água nas Culturas

2.1.1 Considerações Gerais

Em todo o mundo o uso intensivo de águas de boa qualidade tem acarretado, de forma crescente, a diminuição da sua disponibilidade para novos e antigos projetos de irrigação e, por outro lado, a crescente necessidade de expansão das áreas agrícolas, têm gerado a necessidade do uso de águas adicionais de qualidade inferior (Ayers & Westcot, 1991).

Independente da fonte, toda a água de irrigação contém sais dissolvidos; o tipo e a quantidade destes dependem de sua origem e também do curso da água antes de sua utilização (Kovda et al., 1973). Qualquer adição de água ao solo, quer seja pela ascensão capilar do lençol freático (se presente à pouca profundidade) quer pela irrigação, implica necessariamente em adição de sais ao perfil (Kamphorst & Bolt, 1976). Por isso, a água de irrigação, mesmo de excelente qualidade, pode tornar-se um fator de salinização do solo, se não for manejada corretamente (Richards, 1954).

A adequabilidade de uma água para irrigação depende, tanto de sua própria qualidade quanto dos fatores do meio ambiente (Wilcox & Durum, 1967), visto que uma mesma água pode ser considerada perfeitamente adequada para um certo tipo de solo ou cultura, mas inadequada para outros (Hoorn, 1971).

Vários fatores, portanto, devem ser considerados quando se verifica a adequabilidade de uma água para fins de irrigação, entre os quais, podem ser assinalados: teor e tipo de sais, características do solo, tolerância da cultura, condições climáticas, manejo da irrigação e drenagem (Palacios & Aceves 1970, Hoorn 1971, Rhoades 1972, Kovda et al. 1973, Christiansen et al., 1977). Como resultado da evapotranspiração, a concentração salina da solução do solo pode aumentar de 4 a 10 vezes mais do que a da água de irrigação, dentro de 3 a 7 dias após sua aplicação (Carter, 1975). Mas, se a água for aplicada em excesso e a infiltração e drenagem forem adequadas, a salinidade do solo poderá permanecer em nível baixo (Bernstein, 1974).

Segundo Richards (1954), os efeitos nocivos dos sais nos vegetais caracterizam-se pela redução e desuniformidade do crescimento, presença de coloração verde-azulada, 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.

Têm sido constatados efeitos específicos de sais solúveis, quando em excesso, danificando diretamente os tecidos vegetais ou, indiretamente, interferindo na disponibilidade e absorção de nutrientes (Strogonov, 1964).

2.1.2. Efeitos Osmóticos

A água, como qualquer corpo natureza, procura espontaneamente um estado de energia mínima, assim sendo, pode-se afirmar que a água sempre se moverá espontaneamente de pontos de maior energia para pontos de menor energia. O potencial total Ψ é a medida de seu estado de energia, podendo ser separado em diversos componentes :

Ψ_g = componente gravitacional

Ψ_p = componente de pressão

Ψ_{os} = componente osmótica

Ψ' = outras

O potencial total da água no solo em condições ótimas gira em torno de -0,1 a -2 atm., na raiz das plantas já assume valores pouco menores de -1 a -10 ; na parte aérea valores o próximos a -5 a -20, e na atmosfera são muito menores entre -100 a -1000. Nas condições acima descritas a água se movimentada do solo para planta e para atmosfera. Sendo que, os baixos valores de potencial nas plantas devem-se principalmente a componente osmótica, que pode assumir valores na faixa de -5 a -15 atm. este potencial osmótica bem negativo faz com que água penetre espontaneamente dentro da célula. (Ferri, 1985)

Muitos pesquisadores têm demonstrado a estreita relação entre pressão ou potencial osmótica da solução do solo e o crescimento das plantas. Existe evidência 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 necessária para contrapor a essa pressão osmótica e em consequência, não absorvem água (Pizarro, 1978).

Por outro lado, a proporção em que o solo seca, a tensão da água no solo aumenta, diminuindo ainda mais a disponibilidade de água para as plantas (Richards, 1954).

2.1.3. Efeitos Tóxicos

A toxicidade é um problema que ocorre, internamente, na planta e não é provocado pela deficiência hídrica, diferindo, portanto, do problema de salinidade (Ayers & Westcot, 1991).

Para Smedema & Rycroft (1988), enquanto os problemas osmóticos são causados pela alta concentração da solução do solo, a causa dos problemas de toxicidade, ao que se supõe, deve-se a uma concentração elevada de um cátion ou ânion específico, ou a uma composição salina desfavorável na solução do solo, resultando numa excessiva ou desbalanceada absorção pelas plantas.

Segundo 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. O acúmulo de grandes quantidades de um ou mais íons específicos no meio pode provocar injúrias nas plantas, causando a toxicidade por seus efeitos no metabolismo dos nutrientes essenciais (Bernstein, 1975).

A toxicidade mais freqüente é a provocada pelo cloreto contido na água de irrigação, seguido pelo sódio e boro, entretanto muitos outros oligoelementos podem também se tornar tóxicos para as plantas, mesmo em concentrações relativamente baixas (Ayers & Westcot, 1991).

Segundo Ayers & Westcot (1991), o cloreto é absorvido pelas raízes e translocado às folhas onde se acumula durante a transpiração. A sensibilidade das culturas a este íon é bastante variável, enquanto concentrações acima de 0,3 %, em base de peso seco, podem provocar sintomas de toxicidade em culturas sensíveis (abacateiros, videiras e plantas cítricas). As espécies consideradas como tolerantes podem acumular até 4-5% de cloro sem mostrar qualquer sintoma de toxicidade. Na Tabela 1 constam dados de toxicidade de cloreto em algumas culturas.

TABELA 1: Concentração permissível de cloretos no extrato de saturação para algumas culturas

Culturas	Concentração - meq / l
Tangerina	25
Laranja Azeda	15
Laranja Doce	10
Limoeiro	15
Videira	10
Morangueiro Larssen	8
Morangueiro Snasta	5
Abacateiro	5-8
Framboeseira	5

Fonte : Ayers & Westcot (1991)

A presença de sódio em pequena quantidade, poderá estimular o crescimento e desenvolvimento de determinadas plantas (C4 e Halófitas), no entanto, concentrações altas

deste elemento na solução do solo ou altos valores de relação de adsorção de sódio (RAS) no extrato de saturação poderão provocar toxicidez. Ao contrário dos sintomas de toxicidade do cloreto que aparecem no ápice das folhas, os sintomas de toxicidade do sódio aparecem na forma de queimaduras ou necroses ao longo das bordas (Ayers & Westcot, 1991). Na Tabela 2 são apresentados dados de tolerância ao sódio trocável de várias culturas.

TABELA 2 : Tolerância relativa de algumas culturas ao sódio trocável¹

Sénsíveis ² PST < 15	Semitolerantes ² 15 < PST < 40	Tolerantes ² PST > 40
Abacateiro (<i>Persea americana</i>) Frutas caducifólias Nogueiras	Cenoura (<i>Daucus carota</i>) Trevo ladino (<i>Trifolium repens</i>) Capim-comprido (<i>Paspalum dilatatum</i>) Fetisca alta (<i>Lactuca sativa</i>)	Alfafa (<i>Medicago sativa</i>) Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>) Beterraba de jardim (<i>Beta vulgaris</i>) Capim-bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>)
Algodoeiro na germinação (<i>Gossypium hirsutum</i>) Milho (<i>Zea mays</i>) Ervilha (<i>Pisum sativum</i>)	Milheto (<i>Pennisetum typhoides</i>) Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) Trevo (<i>Trifolium alexandrinum</i>) Trevo-doce (<i>Melilotus parviflora</i>)	Algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) Capim de angola (<i>Brachiaria mutica</i>) Capim-de-rhodes (<i>Chloris gayana</i>) Agropiro crestado (<i>Agropyron elongatum</i>) Capim Karnal (<i>Diplachna fusca</i>)
Pessegueiro (<i>Prunus persica</i>) Tangerina (<i>Citrus reticulata</i>) Feijão moiache (<i>Phaseolus aures</i>) Lentilha (<i>Lens culinaris</i>) Amendoim (<i>Arachis hypogea</i>) Grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i>) Caupi (<i>Vigna sinensis</i>)	Mostarda (<i>Brassica juncea</i>) Aveia (<i>Avena sativa</i>) Cebola (<i>Allium cepa</i>) Rabanete (<i>Raphanus sativus</i>) Arroz (<i>Oryza sativa</i>) Centeio (<i>Secale cereale</i>) Azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>) Espinafre (<i>Spinacia olearacea</i>) Tomateiro (<i>Lycopersicon esculentum</i>) Ervilha (<i>Vicia sativa</i>) Trigo (<i>Triticum vulgare</i>)	

¹ Fonte FAO-UNESCO (1973), Pearson (1960) e Abrol (1982) citados por Ayers & Westcot (1991)

² As culturas estão colocadas em ordem decrescente quanto a sua tolerância ao sódio. As tolerâncias são relativas devido a que os fatores de nutrição e condições adversas do solo, no geral, paralisam o crescimento antes de alcançar estes níveis de PST. Os solos com PST acima de 30 não tem estrutura adequada para produzir boas colheitas. Na maioria dos casos, estabeleceram-se as tolerâncias, antes de ocorrer a estabilização da estrutura do solo.

O boro, mesmo sendo um microelemento essencial para os vegetais, em concentração tão pequena como 1 mg/l pode ser tóxico para certas plantas (Binghan et al., 1985; Maas, 1986). Com relação à concentração na água de irrigação, vários autores comentam que o nível que se torna tóxico varia de acordo com a espécie vegetal (Tabela 3).

TABELA 3 Tolerância relativa de determinadas culturas ao boro^{1,2}

MUITO SENSÍVEL (< 0,5 mg/l)		MODERADAMENTE SENSÍVEIS (1,0- 2,0 mg/l)	
Limoeiro	<i>Citrus limon</i>	Pimentão	<i>Capsicum annum</i>
Amoreira preta	<i>Rubus spp.</i>	Ervilha	<i>Pisum sativa</i>
		Cenoura	<i>Daucos carota</i>
		Rabanete	<i>Raphanus sativus</i>
		Batata	<i>Solanum tuberosum</i>
		Pepino	<i>Ducumis sativus</i>
SENSÍVEIS (0,5-0,75 mg/l)		MODERADAMENTE TOLERANTES(2,0-4,0mg/l)	
Abacateiro	<i>Persea americana</i>	Alface	<i>Lactuca sativa</i>
Pomelo	<i>Citrus X paradisi</i>	Repolho	<i>Brassica oleracea capitata</i>
Laranja	<i>Citrus sinensis</i>	Aipo	<i>Apium graveolens</i>
Damasqueiro	<i>Pronus armeniaca</i>	Nabo	<i>Brassica rapa</i>
Pessegueiro	<i>Prunus percica</i>	Gramma-azul de Kentucky	<i>Poa pratensis</i>
Cerejeira	<i>Prunus avium</i>	Aveia	<i>Avena sativa</i>
Ameixeiro	<i>Prunus domestica</i>	Milho	<i>Zea mays</i>
Caqui	<i>Diospyros kaki</i>	Alcachofra	<i>Cynora acolymus</i>
Figueira	<i>Ficus carica</i>	Fumo	<i>Nicotiana tabacum</i>
Videira	<i>Vitis vinifera</i>	Mostarda	<i>Brassica juncea</i>
Nogueira	<i>Juglans regia</i>	Trevo-doce	<i>Melilotus indica</i>
Nogueira-pecã	<i>Carya illinoiensis</i>	Abóbora	<i>Curcubita pepo</i>
Caupi	<i>Vigna unguiculata</i>	Melão	<i>Cucumis melo</i>
Cebola	<i>Allium cepa</i>		
SENSÍVEIS (0,75 -1,0 mg/l)		TOLERANTES (4,0-6,0 mg/l)	
Alho	<i>Allium sativa</i>	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>
Batata	<i>Ipomoea batatas</i>	Tomateiro	<i>Lycopersicon esculentum</i>
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	Alfafa	<i>Medicago sativa</i>
Cevada	<i>Hordeum vulgare</i>	Ervilhaca	<i>Vicia benghalensis</i>
Girassol	<i>Heliantus annuus</i>	Salsa	<i>Petrocelium crispum</i>
Feijão moiache	<i>Vigna radiota</i>	Beterraba	<i>Beta vulgaris</i>
Gergelim	<i>Sesamum indicum</i>	Beterraba açucareira	<i>Beta vulgaris</i>
Tremoço	<i>Lupinus hartwegii</i>		
Morangueiro	<i>Fragaria spp</i>	MUITO TOLERANTES (6,0-15,0 mg/l)	
Tupinanbo	<i>Heliantus tuberosus</i>	Algodoeiro	<i>Gossypium hirsutum</i>
Feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Aspargo	<i>Asparagus officinalis</i>
Fava	<i>Phaseolus lunatus</i>		
Amendoim	<i>Arachis hypogaea</i>		

¹ Fonte Maas (1984)

² Concentrações máximas toleradas na solução do solo sem perdas de rendimento ou redução no crescimento. As concentrações máximas na água de irrigação são aproximadamente iguais às indicadas ou ligeiramente inferiores. As tolerâncias variam com o clima, condições do solo e com as variedades das culturas

2.1.4 Efeitos Nutricionais

Segundo Cruciani (1987), os sais além de afetarem a disponibilidade da água, podem afetar a nutrição da planta. O autor salienta, também, que a toxicidez não envolve, necessariamente, a ação direta do sal ou íon sobre o vegetal, podendo ser causada, em parte, pelos efeitos antagônicos no processo de absorção de nutrientes essenciais ao metabolismo da planta.

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

Arnon (1972) e Greenway (1973), afirmam que, geralmente, altas concentrações de sulfato diminuem a absorção de cálcio e promovem a absorção de sódio, causando toxicidez em cultivos susceptíveis. Segundo Gheyi et al. (1991), o excesso de um íon pode provocar deficiência de outro, devido à precipitação ou inibição (por exemplo, excesso de sulfato, carbonato e bicarbonato poderão precipitar o cálcio), afetando o crescimento da planta pela reduzida disponibilidade do elemento precipitado e não pelo excesso do outro íon.

Richards (1954) e Huffaker & Wallace (1959) relatam que o íon sódio pode substituir o íon potássio, quando deficiente, no processo de absorção realizado pelas raízes e Salisbury & Ross (1978), afirmam que em solos salinos as plantas apresentam dificuldade para absorver o potássio. Essas informações foram confirmadas por Ansari et al. (1978), utilizando duas cultivares de trigo, que verificaram aumento dos teores de fósforo e sódio na matéria seca, com aumento da concentração salina, enquanto diminuíam os teores de potássio e cálcio.

2.2 Efeito da Salinidade da Água no Solo

2.2.1 Considerações Gerais

A origem do problema de salinidade está na própria formação do solo. Sabe-se que o solo é um produto da intemperização da rocha matriz, envolvendo processos físicos (dilatação, contração e desintegração), químicos (dissolução, hidrólise, carbonatação, oxidação, redução, hidratação, desidratação, decomposição) e biológicos (reações químicas promovidas pelos microorganismos, presença de raízes e atividades humanas), mediante a ação de vários fatores, tais como: clima, relevo, organismos vivos e tempo (Brady & Buckman, 1983).

Alguns elementos (sódio, magnésio, potássio, cloro, enxofre e carbono), embora estejam presentes nas rochas, em proporções relativamente baixas, são retidos com menores coeficientes de energia, apresentando alta solubilidade e mobilidade em relação ao silício, alumínio e ferro; como consequência, os diferentes compostos solúveis daqueles elementos,

quando liberados da rocha matriz, poderão ser acumulados no solo em determinadas condições (FAO/UNESCO, 1973).

Embora a fonte principal e mais direta de todos os sais encontrados no solo seja a intemperização das rochas, raros são os exemplos onde esta fonte de sais tenha provocado, diretamente, problemas de salinidade de solo (Richards, 1954). Frequentemente, problemas de salinidade têm sido associados com a água de irrigação e com a presença de lençol freático elevado e não controlado. Entretanto, os ventos, as chuvas e as inundações pelas águas do mar têm, também, provocado problemas em várias partes do mundo (Van Alphen & Verhoeven, 1983).

A salinização decorrente da irrigação, em diferentes tipos de solos, depende das propriedades do próprio solo e, especialmente, das condições de drenagem e do balanço de água e sais na zona radicular das culturas (FAO /UNESCO, 1973). Segundo Shalhevet (1973), os dois principais fatores que controlam a acumulação de sais são a qualidade e quantidade da água de irrigação.

Os sais vão se acumulando na zona radicular do solo à medida em que as culturas consomem por evapotranspiração, grande parte da água armazenada (Ayers & Westcot, 1991).

Pizarro (1978), e Helweg & Alvarez (1980) citam que, normalmente, em regiões áridas e semi-áridas, aumenta o teor de sais na água de irrigação, o que vai se somar aos problemas de salinização e alcalinização dos solos irrigados.

Richards (1954) e Pizarro (1978) afirmam que no processo de concentração de sais no solo, em virtude das precipitações dos carbonatos de cálcio e de magnésio, bem como do

sulfato de cálcio, há um aumento da concentração relativa de sódio, que pode substituir o cálcio e o magnésio trocáveis, dando origem ao processo de sodificação do solo.

2.2.2 Efeito Sobre as Propriedades Físicas do Solo.

As propriedades físicas do solos, tais como, estrutura do solo, estabilidade dos agregados, dispersão das partículas, permeabilidade e infiltração, são muito influenciadas pelos tipos de cátions trocáveis presentes no solo (Shainberg & Oster, 1978).

Enquanto a acumulação de sais solúveis torna o solo flocoado, fofo e bem permeável, o aumento do sódio trocável poderá torná-lo adensado, compacto em condições secas, disperso e pegajoso em condições molhadas (Gheyi, et al. 1991).

Segundo Daker (1984), ligeiras diferenças de textura podem provocar um movimento desigual na distribuição de água nas camadas do solo, acarretando desuniformidade na acumulação de sais ao longo do perfil.

O sódio pode ser considerado um dos fatores mais importantes na qualidade da água, devido principalmente ao seu efeito sobre as propriedades do solo. Embora as plantas sensíveis possam sofrer danos como resultado da acumulação de sódio nas células dos tecidos foliares, este exerce um efeito primário sobre o solo e um secundário no crescimento da planta, através da deteriorização das condições físicas do solo (Hoorn, 1971; Kovda et al., 1973).

O efeito principal da salinidade sobre os solos consiste em sua ação sobre a estrutura. Esta propriedade é função da flocação dos colóides e da cementação dos mesmos na forma

de agregados. Por esta razão, os efeitos da salinidade são mais pronunciados quanto mais argiloso for o solo (Pizarro, 1978).

Nas águas que contém concentrações elevadas do íon bicarbonato, há tendência para a precipitação do cálcio e do magnésio, aumentando a concentração de sódio em relação a estes, afetando a permeabilidade do solo, por ser o Na um agente muito ativo de dispersão da fração argila do solo (Rhoades, 1972; Oster & Schrder, 1979)

Alta salinidade na água de irrigação aumenta a velocidade de infiltração, enquanto que baixa salinidade ou proporção alta de sódio em relação ao cálcio e magnésio, a diminui. Ambos os fatores, salinidade e proporção de sódio, podem atuar simultaneamente (Ayers & Westcot, 1991).

A velocidade de infiltração de água no solo é melhor correlacionada com a sodicidade e salinidade da água de irrigação do que com a percentagem do Na trocável (PST) e a salinidade do solo (Oster & Schrder, 1979).

2.2.3 Efeito Sobre as Propriedade Químicas do Solo.

As propriedades químicas do solo dependem, fundamentalmente, dos colóides eletronegativos que são as argilas e os ácidos húmicos. Os colóides eletronegativos estão rodeados de capas de cargas. A primeira, corresponde ao próprio colóide, carregada negativamente. A segunda, é composta de cátions que se encontram retidos devido à sua carga positiva. Os mais importantes cátions adsorvidos são os íons de H, Ca, Mg, K e Na (Pizarro, 1978).

É interessante destacar que ocorre equilíbrio entre os cations solução do solo e os adsorvidos, que se reflete na RAS e na PST do solo. Existindo assim, uma relação, entre ambas, que permite estimar facilmente a PST a partir dos valores da RAS da solução do solo (Pizarro, 1978).

A RAS da água de irrigação pode ser usada como uma medida do seu perigo de sodicidade, contanto, que ela possa ser relacionada com a RAS resultante do equilíbrio com o solo (Shainberg & Oster, 1978).

Bower et al. (1965), recomenda o uso da RASaj (RAS ajustada) da água de irrigação como forma de prever a PST do solo após o uso prolongado da respectiva água. Outros autores tem obtido, também, relações significativas entre a RASaj e a PST do Solo (Sharma & Mondal, 1981 ; Bajwa et al., 1983).

Segundo Mc George (1952), a adsorção do íon sódio ao solo, em função da salinidade da água, esta intimamente relacionada com o valor da relação Na/Ca. Quando esta relação na água de irrigação é de ordem 5 ± 1 , a PST pode atingir os valores de 25 ± 5 .

Nos solos produtivos das regiões áridas e semi-áridas, são predominantemente encontrados os ions Ca e Mg na solução do solo e complexo de troca (Richards, 1954; Molen, 1974). Entretanto, quando esses solos são submetidos a águas de irrigação ou subterrânea salinas, contendo uma alta proporção de Na, freqüentemente, este cátion torna-se predominante na solução do solo. Nestas condições, uma parte do Ca e Mg, originalmente adsorvida, é substituída pelo sódio (McNeal, 1974).

A relação entre pH e PST foi estudada por Fireman & Wadleigh (1951) citados por Pizarro (1978). Os resultados deste estudo estão assim resumidos:

pH (pasta de solo saturado)	Descrição
<7	Quantidades importantes de H ⁺ trocavel
<7,5	Ausência de carbonatos alcalinos Terrosos
<8,5	PST pode ser menor que 15
>8,5	PST quase sempre maior que 15
	Presença de carbonatos alcalinos Terrosos

Segundo Ayers & Westcot (1991), os sais são adicionados na zona radicular do solo através das águas de irrigação, aumentando a sua concentração à medida em que as culturas consomem, por evapotranspiração (ET), grande parte da água armazenada. Para se evitar uma acumulação excessiva, uma parte deve ser eliminada por lixiviação. A fração da água de irrigação que atravessa e percola além da zona radicular é conhecida como fração de lixiviação (FL), calculada através da seguinte equação:

$$FL = \frac{Lx}{Ln}$$

onde : FL = fração de lixiviação

Lx = lâmina percolada sendo igual a $Li - ETp$

Ln = lâmina de irrigação necessária para satisfazer a
ETp mais lixiviação

A relação existente entre condutividade elétrica do solo e da água de irrigação se modifica de acordo com os valores de FL, ou seja, quanto maior forem os volumes lixiviados menor será a salinidade do solo em relação à salinidade da água de irrigação de acordo com Ayers & Westcot (1991) para um solo de textura média e FL entre 0,15-0,20 existe a seguinte relação $Ce = 1,5 \times Cea$.

2.3 Tolerância das Culturas à Salinidade

2.3.1 Generalidades

Nem todas as culturas respondem, igualmente, à salinidade e ou sodicidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis, a níveis altos de salinidade, e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm, o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água. Esta capacidade de adaptação é muito útil e permite a seleção de espécies mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo ao nível desejado (Ayers & Westcot, 1991).

Brady & Buckman (1983) relatam que a capacidade de os vegetais superiores se desenvolverem satisfatoriamente em solo salino depende de um certo número de fatores relacionados entre si, tais como: constituição fisiológica da planta, seu estágio de crescimento e sistema radicular.

A tolerância à salinidade e sodicidade varia de cultura para cultura e, dentro de uma mesma espécie, de acordo com a cultivar e o ciclo fenológico, havendo casos em que as diferenças entre as cultivares são maiores do que entre espécies (Withers & Vipond, 1988).

A tolerância à salinidade de algumas culturas pode alcançar entre 8 a 10 vezes a tolerância de outras. A amplitude desta tolerância relativa permite uso das águas de salinidade moderada e aumenta a faixa aceitável das águas salinas consideradas adequadas para irrigação (Ayers & Westcot, 1991).

O uso de cultivares tolerantes à salinidade pode ser uma ação complementar na recuperação dos solos afetados por sais, com possibilidade de se solucionar o problema da salinidade através de seleção e melhoramento genético de plantas (Klar, 1984 ; Ayers & Westcot, 1991).

2.3.2 Mecanismos de Tolerância

Segundo Tanji & Hanson (1990), a maioria das plantas cultivadas são glicófitas, com exceção dos coqueiros e de algumas palmeiras, ou seja, não se adaptam às condições de estresse salino e/ou sódico. As halófitas podem sofrer problemas semelhantes quando expostas a concentrações mais elevadas de sais. Na verdade, não existe distinção absoluta no nível de tolerância das culturas à salinidade.

✓ De acordo com Pizarro (1978), o grau de tolerância das plantas halofíticas se deve a adaptações morfológicas e fisiológicas. Por exemplo, a planta “coral” (*Salicornia herbácea*) pode crescer em solos salinos devido à sua capacidade de acumular grandes quantidades de sais, elevando o potencial osmótico e facilitando a absorção de água. Outras halófitas acumulam substâncias orgânicas, como a “barrilheira maior” (*Salsola soda*) que concentra ácidos orgânicos ou a “donzela do mar” (*Artemisia marítima*) que acumula hidratos de carbono. Segundo Kramer (1983) e Fageria (1989), o ajustamento osmótico envolve tanto a absorção e a acumulação de íons inorgânicos como a síntese de solutos orgânicos, como carboidratos e ácidos orgânicos.

Segundo Tanji & Hanson(1990), a capacidade de crescimento e de realização da fotossíntese de determinadas culturas, na presença de níveis elevados de cloreto, pode ser

atribuído à grande eficiência na utilização do cálcio por essas plantas. De maneira geral, as culturas tolerantes conseguem absorver grandes quantidades de sais e os isolam nos vacúolos, diminuindo o gradiente osmótico em relação ao solo, aumentando, conseqüentemente, sua capacidade de absorver água.

Ainda, segundo Tanji & Hanson.(1990), no citoplasma a função de regulação osmótica é realizada, principalmente, pelos solutos sintetizados pela planta. Sob condições de estresse salino, grande quantidade de sais penetra através do tonoplasto e dificulta o transporte de compostos orgânicos, responsáveis pela regulação osmótica, do citoplasma para o vacúolo.

Para Fageria (1984, 1989), o mais importante mecanismo para regular o estresse osmótico talvez seja a absorção seletiva de íons, pois plantas tolerantes possuem a capacidade de retirar nutrientes essenciais da solução salina em que a concentração de íons não essenciais (tóxicos) é muito maior que a de íons essenciais.

↳ A tolerância das plantas pode ser, também, devido a mecanismos de adaptação morfológica, dentre os quais se destacam: redução do tamanho e número de folhas, diminuição do número de estômatos e alteração na sua distribuição nas folhas, aumento na grossura da cutícula foliar e diminuição da diferenciação e do desenvolvimento do tecido vascular (Maas & Nieman, 1978 ; Shannon, 1979 ; Fageria, 1989)

2.3.3 Determinação dos Valores de Tolerância

O nível máximo de salinidade média na zona radicular que pode ser tolerado pelas plantas, sem afetar negativamente seu desenvolvimento, é a salinidade limiar (SL). Neste nível

de salinidade, o rendimento potencial das culturas é de 100%. A salinidade limiar é expressa em termos da condutividade elétrica do extrato de saturação. Estudos de Maas & Hoffman (1977) indicam que o crescimento vegetativo diminui linearmente com o aumento da salinidade, acima do valor da salinidade limiar.

Os limites entre as tolerâncias relativas, 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 critério baseado em experiências e observações de campo. Segundo o autor, as culturas quanto a sua tolerância relativa a salinidade podem ser classificadas da seguinte forma :

Grupos de tolerância relativa	Salinidade limiar (SL) - dS /m
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	> 10,00

Mass & Hoffman (1977) obtiveram uma relação linear entre a salinidade e os rendimentos das culturas, representada pela seguinte equação:

$$Y = 100 - b (CEes - SL) \dots\dots\dots(\text{equação 1})$$

onde: Y = rendimento potencial (em porcentagem)

CEes = salinidade do extrato de saturação, em dS/m

SL = salinidade limiar da cultura, em dS/m

b = diminuição do rendimento por aumento unitário de salinidade acima da

SL.

Os valores de tolerância da maioria das culturas cultivadas foram apresentados por, Maas & Hoffman (1977) (Tabelas 4 e 5).

Os valores de CEes da Tabela 4, exceto os relacionados com os 100% do rendimento potencial, foram calculados, reorganizando a equação 1 da seguinte maneira :

$$CEes = 100 + (b.SL - Y) / b$$

Os níveis de tolerância correspondem à acumulação média de sais na zona radicular, para diferentes culturas e rendimento relativo Y, determinada pela condutividade elétrica ou salinidade do extrato saturado (CEes). Os valores de CEes da Tabela 4 referem-se a esta condutividade elétrica no extrato de saturação. No entanto, a CEes esperada supõe que a água de irrigação seja a única fonte de sais solúveis. Se uma outra fonte adicional de sais, por exemplo, lençol freático salino a pouca profundidade, estiver presente, a relação $CEes=1,5xCEa$ não poderá ser considerada válida, nem tampouco poderão ser utilizados os valores de CEes da Tabela 4. Também, quando as frações de lixiviação forem diferentes dos valores entre 0,15 e 0,20, deve-se modificar os valores da tabela 4 e preparar outra tabela correspondente à nova fração de lixiviação. Isto é recomendável sempre e quando houver suficiente experiência e dados bem documentados que confirmem fração de lixiviação diferente e, conseqüentemente, fator de concentração distinto de 1,5 (Ayers & Westcot 1991).

Pela Figura 1 pode-se observar que a fração de lixiviação está relacionada com a água de irrigação e com a tolerância das culturas à salinidade (Ayers & Westcot 1991).

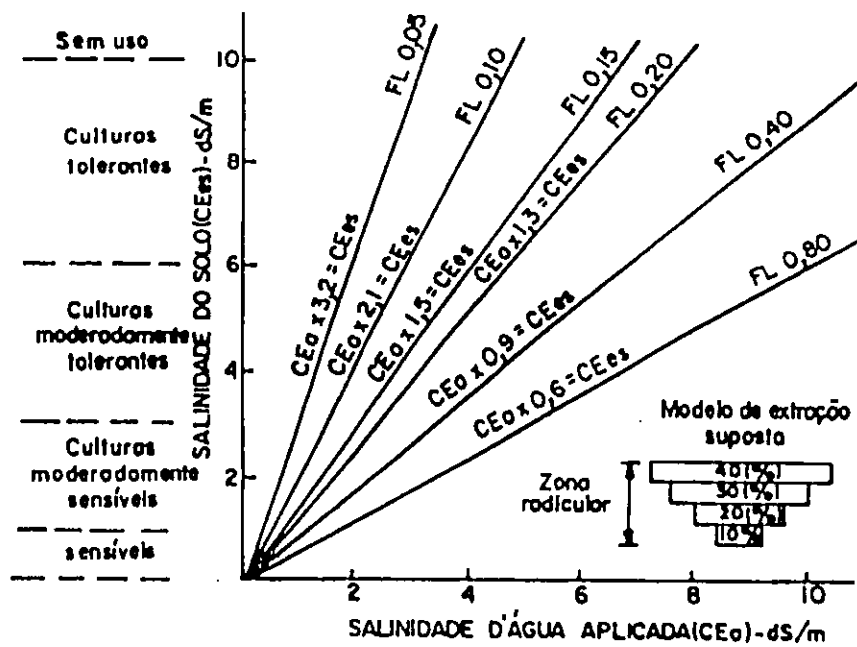


FIGURA 1 : Efeito da salinidade da água de irrigação (CEa) sobre a salinidade média do solo (CEes) na zona radicular para varias frações de lixiviação (FL) (Ayers & Westcot 1991).

TABELA 4 : Tolerância à salinidade de culturas e seu rendimento potencial em função da salinidade do solo ou da água de irrigação

CULTURAS	RENDIMENTO POTENCIAL									
	100%		90%		75%		50%		0%	
	CEes	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa	CEes	Cea	CEes	CEa
EXTENSIVAS										
Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>)	8,0	5,3	10,0	6,7	13,0	8,7	18,0	12,0	28,0	19,0
Algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>)	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,4	17,0	12,0	27,0	18,0
Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)	7,0	4,7	8,7	5,8	11,0	7,5	15,0	10,0	24,0	16,0
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	6,8	4,5	7,4	5,0	8,4	5,6	9,9	6,7	13,0	8,7
Trigo duro (<i>Triticum turgidum</i>)	6,0	4,0	7,4	4,9	9,5	6,3	13,0	8,7	20,0	13,0
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	5,7	3,8	7,6	5,0	10,0	6,9	15,0	10,0	24,0	16,0
Soja (<i>Glycine max</i>)	5,0	3,3	5,5	3,7	6,3	4,2	7,5	5,0	10,0	6,7
Caupi (<i>Vigna unguiculada</i>)	4,9	3,3	5,7	3,8	7,0	4,7	9,1	6,0	13,0	8,8
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	3,3	2,2	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	7,4
Amendoim (<i>Arachis hypogea</i>)	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4
Cana (<i>Saccharum officinarum</i>)	1,7	1,1	3,4	2,3	5,9	4,0	10,0	6,8	19,0	12,0
Milho (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,2
Linho (<i>Linum usitatissimum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Feijão fava (<i>Vicia faba</i>)	1,5	1,1	2,6	1,8	4,2	2,0	6,8	4,5	12,0	8,0
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
HORTALIÇAS										
Abobrinha "zucchini squash" (<i>Curcubita pepo melopepo</i>)	4,7	3,1	5,8	3,8	7,4	4,9	10,0	6,7	15,0	10,0
Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15,0	10,0
Abobrinha "scallops squash" (<i>Curcubita pepo melopepo</i>)	3,2	2,1	3,8	2,6	4,8	3,3	6,3	4,2	9,4	6,3
Brócolis (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5	14,0	9,1
Tomateiro (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	13,0	8,4
Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10,0	6,8
Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)	2,0	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15,0	10,0
Aipo (<i>Apium graveolens</i>)	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18,0	12,0
Repolho (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6	12,0	8,1
Batata (<i>Solanum tuberosum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Milho doce (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>)	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	11,0	7,1
Pimentão (<i>Capsicum annuum</i>)	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,6	5,8
Alface (<i>Lactuca sativa</i>)	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9,0	6,0
Rabanete (<i>Raphanus sativus</i>)	1,2	0,8	2,0	1,3	3,1	2,1	5,0	3,4	8,9	5,9
Cebola (<i>Allium cepa</i>)	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5,0
Cenoura (<i>Daucus carota</i>)	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,0	8,1	5,4
Feijão-de-vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Nabo (<i>Brassica rapa</i>)	0,9	0,6	2,0	1,3	3,7	2,5	6,5	4,3	12,0	8,0
FORRAGEIRAS										
Agropiro alto (<i>Agropyron elongatum</i>)	7,5	5,0	9,9	6,6	3,0	9,0	19,0	13,0	31,0	21,0
Agropiro crestado (<i>Agropyron cristatum</i>)										
Capim-bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>)	7,5	5,0	9,0	6,0	11,0	7,4	15,0	9,8	22,0	15,0

cont. TABELA 4 :

CULTURAS	RENDIMENTO POTENCIAL									
	100%		90%		75%		50%		0%	
	CEes	Cea	CEes	CEa	Cees	CEa	CEes	Cea	CEes	CEa
FORRAGEIRAS										
Cevada forrageira (<i>Hordeum vulgare</i>)	6,0	4,0	7,4	9,9	9,5	6,4	13,0	8,7	20,0	13,0
Azavém (<i>Lolium perene</i>)	5,6	3,7	6,9	4,6	8,9	5,9	12,0	8,1	19,0	13,0
Cornichão da folha-estreita										
(<i>Lotus corniculatus tenuifolium</i>)	5,0	3,3	6,0	4,0	7,5	5,0	10,0	6,7	15,0	10,0
Capim doce (<i>Phalaris tuberosa</i>)	4,6	3,1	5,9	3,9	7,9	5,3	11,0	7,4	18,0	12,0
Festuca alta (<i>Festuca elatior</i>)	3,9	2,6	5,5	3,6	7,8	5,2	12,0	7,8	20,0	13,0
Agropiro (<i>Agropyron sibiricum</i>)	3,5	2,9	6,0	4,0	9,8	6,5	16,0	11,0	28,0	19,0
Ervilhaca (<i>Vicia angustifolia</i>)	3,0	2,0	3,9	2,6	5,3	3,5	7,6	5,0	12,0	8,1
Capim-sudão (<i>Sorghum sudanense</i>)	2,8	1,9	5,1	3,4	8,6	5,7	14,0	9,6	26,0	17,0
Elimo (<i>Elymus triticoides</i>)	2,7	1,8	4,4	2,9	6,9	4,6	11,0	7,4	19,0	13,0
Caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)	2,5	1,7	3,4	2,3	4,8	3,2	7,1	4,8	12,0	7,8
Cornichão (<i>Lotus uliginosus</i>)	2,3	1,5	2,8	1,9	3,6	2,4	4,9	3,3	7,6	5,0
Sesbânia (<i>Sesbania exaltata</i>)	2,3	1,5	3,7	2,5	5,9	3,9	9,4	6,3	17,0	11,0
Esfirofisa (<i>Sphaerophysa salsula</i>)	2,2	1,5	3,6	2,4	5,8	3,8	9,3	6,2	16,0	11,0
Alfafa (<i>Medicago sativa</i>)	2,0	1,3	3,4	2,2	5,4	3,6	8,8	5,9	16,0	10,0
Capim-mimoso (<i>Eragrotis sp.</i>)	2,0	1,3	3,2	2,1	5,0	3,3	8,0	5,3	14,0	9,3
Milho forrageiro (<i>Zea mays</i>)	1,8	1,2	3,2	2,1	5,2	3,5	8,6	5,7	15,0	10,0
Trevo (<i>Trifolium alexandricum</i>)	1,5	1,0	3,2	2,2	5,9	3,9	10,0	6,8	19,0	13,0
Capim-dos-pomares										
(<i>Dactylis glomerata</i>)	1,5	1,0	3,1	2,1	5,5	3,7	9,6	6,4	18,0	12,0
Medium foxtail										
(<i>Alopecurus pratensis</i>)	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12,0	7,9
Trevo vermelho (<i>Trifolium pratense</i>)	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
Trevo-híbrido (<i>Trifolium hybridum</i>)	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
Trevo-branco (<i>Trifolium repens</i>)	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
Trevo-moranguiinho										
(<i>Trifolium fragiferum</i>)	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
FRUTEIRAS										
Tamareira (<i>Phoenix dactyfera</i>)	4,0	2,7	6,8	4,5	11,0	7,3	18,8	12,0	32,0	21,0
Pomelo (<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 (<i>Prunus armeniaca</i>)	1,6	1,1	2,0	1,3	2,6	1,8	3,7	2,5	5,8	3,8
Videira (<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 (<i>Prunus dulcis</i>)	1,5	1,0	2,0	1,4	2,8	1,9	4,1	2,9	6,8	4,5
Amexeira (<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 -preta (<i>Rubus sp.</i>)	1,5	1,0	2,0	1,3	2,6	1,8	3,8	2,5	6,0	4,0
Amoreira (<i>Rubus Ursinus</i>)	1,5	1,0	2,0	1,3	2,6	1,8	3,8	2,5	6,0	4,0
Morangueiro (<i>Fragaria sp.</i>)	1,0	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4,0	2,7

CEes e CEa- condutividade elétrica do extrato de saturação e da água em dS/m a 25°C

Fonte: Maas & Hoffinan (1977) e Maas (1984)

TABELA 5 : Tolerancia relativa de determinadas culturas

TOLERANTES	Forrageiras	Jujuba (<i>Zizifus jujuba</i>)
Culturas de fibras, sementes e açúcar	Agropiro (<i>Agropyron sibiricum</i>)	Mamoeiro (<i>Carica papaya</i>)
	Agropiro delgado (<i>Agropyron trachycaulum</i>)	Oliveira (<i>Olea europeia</i>)
Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>)	Agropiro intermediário (<i>Agropyron intermedium</i>)	Romanzeira (<i>Punica granatum</i>)
Algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>)	Agropiro ocidental (<i>Agropyron smithii</i>)	MODERADAMENTE SENSIVEIS
Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)	Azavém (<i>Lolium perenne</i>)	Culturas de fibras, sementes e açúcar
Jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>)	Cornichão da folha-estreita (<i>Lotus cornicalatus tenuifolium</i>)	Arroz (<i>Oryza sativa</i>)
Forrageiras	Cornichão da folha-larga (<i>Lotus cornicalatus arvenis</i>)	Amendoim (<i>Arachis hypogea</i>)
Agropiro alto (<i>Agropyron elongatum</i>)		Cana (<i>Saccharum officinarum</i>)
Agropiro crestado (<i>Agropyron crestatum</i>)	Azavém italiano (<i>Lolium italicum multiflorum</i>)	Milho (<i>Zea mays</i>)
Capim-bermuda (<i>Cynidum dactylon</i>)	Capim doce (<i>Phalaris tuberosa</i>)	Linho (<i>Linum usitatissimum</i>)
Elimo de Altai (<i>Elymus angustus</i>)	Trevo (<i>Triticum aestivum</i>)	Fava italiana (<i>Vicia faba</i>)
Elimo da Rússia (<i>Elymus juncea</i>)	Trevo doce (<i>Melilotus albus</i>)	"Millet" (<i>Setaria italica</i>)
Gramma "karnal" (<i>Diplachne fusca</i>)	Elimo (<i>Elymus triticoides</i>)	Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)
Nuttall (<i>Puccinellia airoides</i>)	Elimo canadense (<i>Elymus canadiensis</i>)	Forrageiras
	Festuca (<i>Festuca elatior</i>)	Alfafa (<i>Medicago sativa</i>)
Hortaliças	Festuca alta (<i>Festuca pratensis</i>)	Capim-mimoso (<i>Eragrotis sp.</i>)
Aspargo (<i>Asparagus officinalis</i>)	Capim-sudão (<i>Sorghum sudanense</i>)	Caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)
	Cevada forrageira (<i>Hordeum vulgare</i>)	Cornichão (<i>Lotus uliginosus</i>)
Fruteiras	Cevadilha argentina (<i>Bromus unioloides</i>)	Milho forrageiro (<i>Zea mays</i>)
Tamareira (<i>Phoenix dactylifera</i>)	Cevadilha montanhosa (<i>Bromus marginatus</i>)	Trevo (<i>Trifolium alexandrinum</i>)
		Trevo vermelho (<i>Trifolium pratense</i>)
MODERADAMENTE TOLERANTES	MODERADAMENTE TOLERANTES	Trevo-híbrido (<i>Trifolium hybridum</i>)
Culturas de fibras/sementes/açúcar	Hortaliças	Trevo-branco (<i>Trifolium repens</i>)
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	Abobrinha italiana (<i>Curcubita pepo melopepo</i>)	Ervilhaca (<i>Vicia angustifolia</i>)
Trigo duro (<i>Triticum turgidum</i>)	Beterraba vermelha (<i>Beta vulgaris</i>)	Astragalo (<i>Astragalus cicer</i>)
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	Topinambo (<i>Heliantus tuberosus</i>)	Aveia Forrageira (<i>Avena sativa</i>)
Soja (<i>Ghycine max</i>)		
Caupi (<i>Vigna unguiculada</i>)	Fruteiras	
Aveia (<i>Avena sativa</i>)	Abacaxi (<i>Ananas comosus</i>)	
Cartamo (<i>Carthamus tictorius</i>)	Figueira (<i>Ficus carica</i>)	
Triticale (<i>X Triticosecale</i>)		

Cont. da TABELA 5 :

MODERADAMENTE SENSIVEIS	MODERADAMENTE SENSIVEIS	SENSIVEIS
<u>Forrageiras</u>	<u>Hortaliças</u>	<u>Fruteiras</u>
Trevo-moranguiho (<i>Trifolium fragiferum</i>)	Couve (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	Abacateiro (<i>Persea americana</i>)
'Burnet' (<i>Poterium sanguisorba</i>)	Couve-de-bruxelas (<i>Brassica oleracea gemmifera</i>)	Pomelo cubano (<i>Citrus maxima</i>)
"Angledon bluestem" (<i>Diachanthium aristatum</i>)	Couve-flor (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	Laranjeira (<i>Citrus sinensis</i>)
Capim Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i>)	Couve-rebano (<i>Brassica oleracea gangylode</i>)	Pessegueiro (<i>Prunus persica</i>)
"Bentgrass" (<i>Agrotis stolonifera palustris</i>)	Melancia (<i>Citrullus lanatus</i>)	Damasqueiro (<i>Prunus armeniaca</i>)
Capim comprido (<i>Paspalum dilatatum</i>)	Melão (<i>Cucumis melo</i>)	Amexeira amarela (<i>Eriobotrya japonica</i>)
Capim -dos-pomares (<i>Dactylis glomerata</i>)	Repolho (<i>Brassica oleracea capitata</i>)	Caquizeiro de Virgínia (<i>Diospyros virginiana</i>)
Esfirofisa (<i>Sphaerophysa salsula</i>)	SENSIVEIS	Amexeira (<i>Prunus domestica</i>)
Gramma azul (<i>Bouteloua gracilis</i>)	<u>Culturas de fibra, Sementes ou açúcar</u>	Cerejeira (<i>Prunus besseyi</i>)
Sesbânia (<i>Seabania exaltada</i>)	Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Amoreira (<i>Rubus ursinus</i>)
Sirato (<i>Macropitulum atropurpureum</i>)	Gergelim (<i>Sesamum indicum</i>)	Morangueira (<i>Fragaria sp.</i>)
"Tail oatgrass" (<i>Arrhenatherum, Danthonia</i>)	Guaiule (<i>Parthenium argentatum</i>)	Azeitona preta (<i>Syzygium jambos</i>)
"Timothy" (<i>Phleum pratense</i>)	<u>Hortaliças</u>	Cerejeira da europa (<i>Prunus avium</i>)
<u>Hortaliças</u>	Cebola (<i>Allium cepa</i>)	Cherimólia (<i>Anona cherimola</i>)
Abobora (<i>Curcubita pepo</i>)	Cenoura (<i>Daucus carota</i>)	Framboesa (<i>Rubus idaeus</i>)
Abobrinha "scallops squash" (<i>Curcubita pepo melopepo</i>)	Chirívia (<i>Pastinaca sativa</i>)	Pomelo (<i>Citrus maxima</i>)
Brócolis (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	Quiabeiro (<i>Abelmoschus esculentus</i>)	Groselheira (<i>Ribes sp.</i>)
Tomateiro (<i>Lycopersicum esculentum</i>)		Limeira (<i>Citrus aurantifolia</i>)
Pepino (<i>Cucumis melo</i>)		Limão (<i>Citrus limon</i>)
Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)		Macieira (<i>Malus sylvestre</i>)
Milho doce (<i>Zea mays</i>)		Mangueira (<i>Manguifera indica</i>)
Batata (<i>Solanum tuberosum</i>)		Maracujazeiro (<i>Passiflora edulis</i>)
Batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>)		Pereira (<i>Pyrus communis</i>)
Pimentão (<i>Capsicum annum</i>)		Tangerina (<i>Citrus reticulata</i>)
Alface (<i>Lactuca sativa</i>)		
Rabanete (<i>Raphanus sativus</i>)		
Nabo (<i>Brassica rapa</i>)		

Fonte :Maas (1984)

2. 4 Tolerância do Abacaxizeiro à Salinidade

O abacaxizeiro, em condições desfavoráveis, manifesta-se como uma planta de comportamento fisiológica semelhante ao das crussuláceas, caracterizado por uma produção cíclica diária de ácidos orgânicos (planta - CAM). Estas plantas possuem eficiente mecanismo de economia de água, principalmente, devido ao fechamento dos estômatos durante o dia. O caráter adaptativo destas plantas é altamente evoluído e permite sua sobrevivência em condições extremas de ambiente (Ferri, 1985). Segundo Plessis, 1987 e Rao et al, 1974 o abacaxizeiro é resistente a seca graças a sua capacidade de reter água nas folhas. Tais características podem indicar uma provável resistência a baixas tensões provocadas pela salinidade.

Fonteno & McWilliams (1974), estudando o comportamento das bromeliáceas, citam que as espécies de folha finas são extremamente sensíveis, enquanto as de folhas largas são relativamente resistentes à salinidade.

Ayers & Westcot (1991) consideram a cultura do abacaxi como moderadamente tolerante à salinidade, sem apresentar dados sobre a salinidade limiar da cultura.

Sideris (1955), estudando o comportamento do abacaxizeiro cultivado em regiões litorâneas, observou que as gotículas de água marítima prejudicam o desenvolvimento das plantas, que apresentaram necroses nas bordas das folhas.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Localização do Experimento

O trabalho foi desenvolvido em casa-de-vegetação, localizada na Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Campina Grande - PB, durante o período de junho a outubro de 1996.

3.2 - Substrato Utilizado

O material do solo utilizado foi proveniente da região de Salgadinho, município de Campina Grande - PB, podendo ser classificado de acordo com o Mapa de Solos da Paraíba, como um Regossolo (JP-ENCO-TAHAL, 1995). A profundidade utilizada na coleta foi de 0 a 30 cm. As características físicas e químicas do solo estão apresentadas na Tabela 6, observando-se que o mesmo possui textura arenosa e baixos valores de condutividade elétrica e percentagem de sódio trocável. Inicialmente, houve destorroamento e homogeneização do solo, após ser passado em peneira de 2 mm de malha. A análise textural foi determinada pelo método do hidrômetro (Day, 1965), as densidades real e global pelos métodos do psicrômetro e da proveta, descritos por Forsythe (1975) e EMBRAPA (1979), respectivamente. Os

valores para obtenção da curva característica de retenção de umidade, apresentados na Figura 2, foram obtidos seguindo metodologia da EMBRAPA (1979). Para as análises químicas das amostras de solo, foram utilizadas as metodologias propostas por Richards (1954).

TABELA 6 - Características físicas, hídricas e químicas do solo utilizado no experimento.

CARACTERÍSTICAS	VALORES
Granulometria %:	
Areia	77,3
Silte	11,1
Argila	11,5
Classificação textural	Franco arenoso
Densidade Real g/cm^3	2,54
Densidade Aparente g/cm^3 *	1,59
Constantes Hídricas % w/w	
Percentagem de saturação	20
Capacidade de Campo (0,1atm)	9,73
Tensão à 0,33atm	7,63
Tensão à 1,00atm	4,41
Tensão à 5,00atm	2,39
Tensão à 10,00atm	2,14
Ponto de Murchamento (15 atm)	2,14
pH da pasta de saturação	4,26
Análise do Extrato de Saturação	
Condutividade Elétrica dS/m	0,316
Cátions solúveis meq/l: Cálcio	1,50
Magnésio	1,50
Sódio	1,40
Potássio	0,01
Relação de Adsorção de Sódio (moles/l)	1,14
Anions Solúveis meq/l: Cloreto	1,75
Carbonato	Ausente
Bicarbonato	0,60
Sulfato	Ausente
Complexo Sortivo meq/100g: H + Al	2,02
Cálcio	1,21
Magnésio	0,39
Sódio	0,08
Potássio	0,003
Capacidade de Troca de Cátions	3,70
Percentagem de Sódio Trocável %	2,16

* Valor elevado provavelmente devido a homogeneização, destorroamento e peneiramento que alteraram as características originais do solo.

A seguir encontram-se, em detalhe, os tratamentos, níveis de salinidade e concentrações dos sais:

Tratamentos	Níveis de Salinidade (dS/m)	Concentração dos Sais (g/l)	
		Cl Na	Cl ₂ Ca
T0	Testemunha	-	-
T1	1	0,448	0,192
T2	2	0,896	0,384
T3	3	1,344	0,576
T4	4	1,792	0,768
T5	5	2,24	0,96
T6	6	2,688	1,152
T7	7	3,136	1,344

3.4 - Recipientes

Como recipientes foram utilizados tubos de PVC, com 15 cm de diâmetro e 41 cm de altura, revestido internamente com saco plástico, com capacidade para 10 kg de solo, com vários furos em sua parte inferior, para facilitar o processo de lixiviação e lavagem. A base inferior de cada tubo foi acoplada sobre um outro recipiente, para coleta da água drenada (Figura 3).

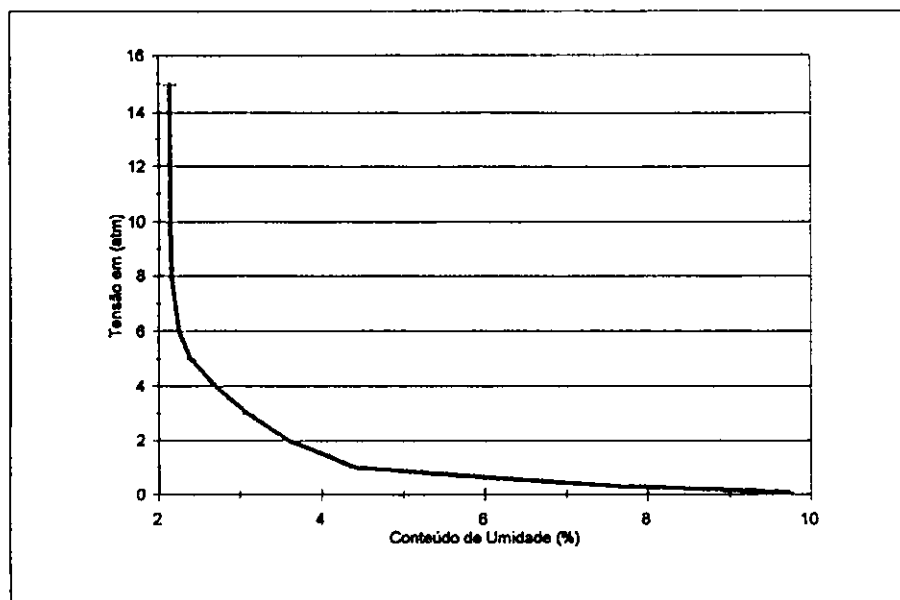


FIGURA 2 : Curva característica de umidade do solo a diferentes tensões

3.3 - Tratamentos e Delineamento Experimental

Foram utilizadas soluções com 8 diferentes níveis de salinidade, representando os tratamentos, expressos pela condutividade elétrica (CE) em dS/m a 25 C. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 repetições, cada parcela constando de 3 vasos, cada qual contendo 1 planta.

As soluções salinas utilizadas como água de irrigação, foram obtidas a partir da adição, em água destilada, de cloreto de sódio (70%) e cloreto de cálcio (30%). A fim de facilitar o preparo das soluções salinas (SS) foi utilizado a fórmula empírica :

$$SS \text{ (p.p.m.)} = 640 \times \text{Condutividade Elétrica (Richards, 1954)},$$

onde CE é expressa em dS/m a 25° C.

A seguir encontram-se, em detalhe, os tratamentos, níveis de salinidade e concentrações dos sais:

Tratamentos	Níveis de Salinidade (dS/m)	Concentração dos Sais (g/l)	
		Cl Na	Cl ₂ Ca
T0	Testemunha	-	-
T1	1	0,448	0,192
T2	2	0,896	0,384
T3	3	1,344	0,576
T4	4	1,792	0,768
T5	5	2,24	0,96
T6	6	2,688	1,152
T7	7	3,136	1,344

3.4 - Recipientes

Como recipientes foram utilizados tubos de PVC, com 15 cm de diâmetro e 41 cm de altura, revestido internamente com saco plástico, com capacidade para 10 kg de solo, com vários furos em sua parte inferior, para facilitar o processo de lixiviação e lavagem. A base inferior de cada tubo foi acoplada sobre um outro recipiente, para coleta da água drenada (Figura 3).

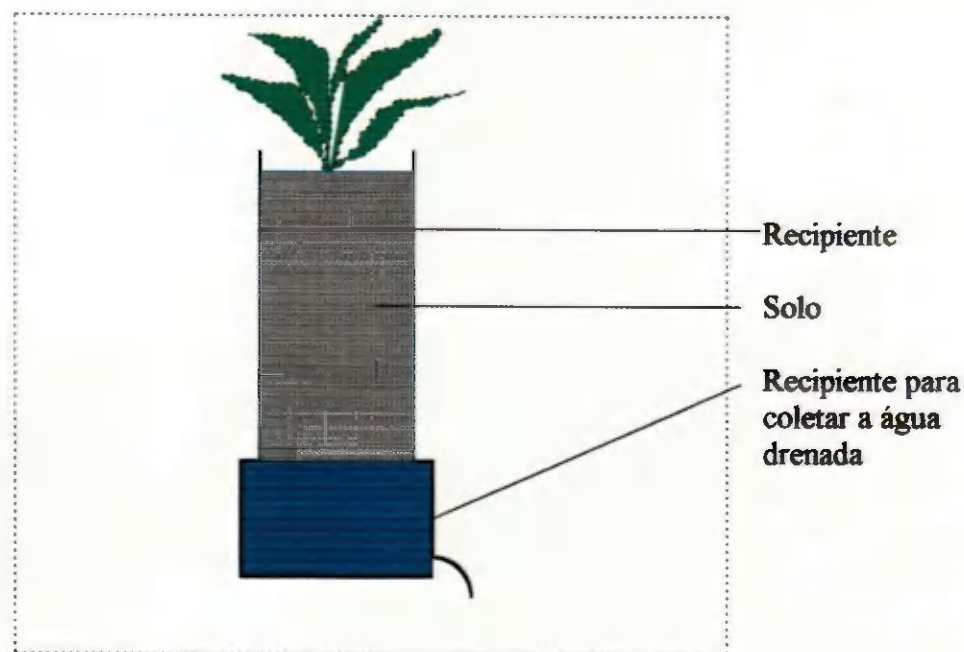


FIGURA 3 : Sistema de recipientes para plantio e coleta de água drenada

3.5 - Mudas

Utilizaram-se mudas da variedade Smooth Cayenne, por ser a mais explorada a nível mundial, obtidas na fazenda Mangereba, município de Lucena- PB. Foram mudas do tipo rebentão com a maior homogeneidade possível dentro de cada bloco, selecionadas por peso, em média de 200g na primeira, 180g na segunda, 160g na terceira e 140g na quarta repetição, com desvio em relação à média de 5 %, dentro de cada repetição.

3.6 Plantio e Irrigação

Inicialmente, os vasos foram saturados com as soluções dos respectivos tratamentos. Após aplicação das diferentes soluções, os recipientes eram cobertos com tampas plásticas e

deixados em repouso por três dias para drenagem do excesso de água e uniformização da umidade, fazendo-se o plantio logo em seguida. As irrigações subsequentes foram realizadas semanalmente, de acordo com a água evapotranspirada de cada vaso, determinada através de pesagens, elevando-se o teor de água disponível a 90%.

Com o crescimento das plantas foi necessário realizar correção no cálculo dos volume das soluções adicionadas. Isto se deu nas irrigações aos 60, 90 e 110 dias, elevando-se a umidade ao ponto de saturação e após 24 horas pesando-se os vasos, 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 pré-plantio constou de 200 g de esterco de gado bovino e 10 g de super fosfato simples, misturados a 9800 g de solo de cada vaso.

As adubações de cobertura foram realizadas a intervalos semanais, um dia após as irrigações, utilizando-se, cada vez, de 0,25 g de N e 0,25 g de K₂O por planta, em soluções diluídas de 5 ml, aplicadas nas axilas das folhas basais. Seguindo a recomendação de adubação das Indústrias Alimentícias Maguary, foram utilizados, nos primeiros dois meses, os fertilizantes sulfato de amônio e cloreto de potássio e, nos meses subsequentes, uréia, nitrato de cálcio e cloreto de potássio, como fontes dos nutrientes. Também foram utilizados sulfato de magnésio (3 aplicações de 0,12 g por planta) e micronutrientes (5 aplicações de 0,03 g por planta) no terceiro quarto mês, pós-plantio, visando suprir possíveis deficiências.

TABELA 7 Total de nutrientes aplicados por planta no período experimental

ELEMENTO	TOTAL (g)
N	4,5
P ₂ O ₅	2
K ₂ O	4,5
MgO	0,36
Solução Com Micronutriente	0,17

3.8 Cuidados Fitossanitários

Além do cuidado de escolher mudas em bom estado fitossanitário, foram as mesmas tratadas com produtos a base de Parathion metil (1 g/l) e Benomyl (1 g/l), para prevenção contra a cochonilha do abacaxizeiro (*Dismicocus brevipedes*) e contra a fusariose (*Fusarium moniliforme* var. *subglutenes*) respectivamente. Visando à maior eficiência dos produtos, adicionou-se ácido fosfórico para redução do pH da solução, de 8,5 para 5,0, valor considerado ideal pelos fabricantes dos defensivos. Aos 45 dias do plantio, aplicou-se Carbaril (pó seco), na concentração de 7,5%, visando ao controle da broca-do-talo (*Castnia icarus*).

3.9 -Avaliação das Variáveis

3.9.1 Análise do Solo e da Água

Foram determinados os volumes utilizados nas irrigações, bem como, os valores de condutividade elétrica das águas drenadas, por tratamento, após a lixiviação mensal. A análise do material do solo foi realizada no final do experimento e obtidos os valores de pH, condutividade elétrica do extrato de saturação e sódio trocável mediante metodologia proposta por (Richards, 1954).

3.9.2 Índice de Enraizamento das Mudanças

Aos 140 dias pós-plantio foi avaliado o índice de enraizamento das mudas (%), considerando-se como satisfatória, aquelas que apresentavam emissão de alguma raiz.

3.9.3 Emissão de Folhas e Área Foliar

Houve avaliação do número de folhas emitidas durante todo experimento. Para os estudos de área foliar, foi realizado um estudo prévio, procurando-se encontrar alguma característica da folha que melhor se correlacionasse com a área foliar. Foram estudadas possíveis correlações entre: a área da folha D e a área total da planta, a área da folha mais comprida e a área total, o peso total da matéria verde das folhas e sua área total e o peso da matéria verde de cada folha e sua área para 457 folhas pertencentes a 20 plantas, com idade de 06 meses, sendo a área foi medida através de medidor portátil ÁREA METER, modelo CI-202 e peso determinado em balança de precisão (Anexo -1).

3.9.4 Fitomassa Total

Aos 140 dias após o plantio, as plantas foram coletadas, com os devidos cuidados, separando-se folhas, caule e raízes, para obtenção do peso da matéria seca, através da secagem em estufa, durante 48 horas a 60 °C.

3.9.5 Variação de Peso Individual

A variação de peso foi obtida pela diferença entre as pesagens das mudas antes do plantio e das plantas no final do experimento.

3.10 Análises Estatísticas

Foram determinadas equações de regressão, a partir de softwares coStat e Quatro-Pro For Windows, para as variáveis em estudo em função dos níveis de salinidade, aos 140 dias após o plantio. Os efeitos dos diferentes níveis de salinidade na água de irrigação sobre as mudas de abacaxizeiro, foram avaliados pelos métodos de análises de variância, sendo a significância das diferenças entre as médias verificadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Pimentel Gomes, 1978). As transformações efetuadas para os cálculos estatísticos seguiram a metodologia proposta por Snedecor (1974).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Estudo de Solo e da Água

4.1.1- Características Químicas do Solo antes e depois dos Trabalhos Experimentais

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados da análise do solo no início e no final do experimento (após 140 dias). Observa-se que em todos os tratamentos houve um pequeno aumento nos valores de pH do solo. É interessante destacar que foram encontrados valores elevados de CE do extrato de saturação, em todos os tratamentos inclusive na testemunha, diferindo das conclusões de (Ayers & Westcot 1991), que afirmam ser 1,5 a relação entre condutividade elétrica do extrato de saturação e condutividade elétrica da água de irrigação, para uma fração de lixiviação de 15%. O fato que houve um aumento significativo na CEes na testemunha onde utilizou-se água destilada nas irrigações, levando-se a acreditar, que os níveis de adubação utilizados e normalmente requeridos pela cultura, ocasionaram acréscimos na salinidade do solo, sendo que, esta afirmação pode ser reforçada ao se observar as proporcionalidades entre o total de adubos (Tabela 7) e os volumes de água utilizados nas

irrigações (Tabela 9). Vale salientar que as amostras de solo foram coletadas após 140 dias do início do experimento. Como a última lixiviação foi feita 20 dias antes da coleta, nesse período houve acumulação de sais, o que pode, em parte, explicar os altos valores de CEes encontrados nos tratamentos.

Quanto ao sódio trocável (Tabela 8), observa-se elevação considerável com o aumento da salinidade da água de irrigação. Conforme Richards (1954), FAO/UNESCO (1973) e Hoorn & Alphen (1988), a composição dos cátions trocáveis está relacionada com a concentração dos diferentes cátions presentes na solução do solo. E, ainda, a RAS da água de irrigação pode ser usada como uma medida do perigo de sodicidade, contanto que ela possa ser relacionada com a RAS resultante do equilíbrio do solo (Shainberg & Oster 1978).

Tanto nos valores de CEes como sódio trocáveis observa-se um aumento gradual de T1 para T7 conforme salinidade da água utilizada na irrigação.

TABELA 8 : Resultados médios de algumas características químicas de solo, antes e após o o experimento

CARACTERÍSTICAS			
	CE es ¹	pH ²	Sódio Trocável (meq/100g)
Solo Original	0,316	4,26	0,08
Tratamentos			
T0	7,93	4,67	0,05
T1	11,64	4,49	0,25
T2	12,75	4,71	0,44
T3	14,92	4,73	0,55
T4	15,64	4,69	0,64
T5	16,92	4,72	0,89
T6	21,05	4,85	1,22
T7	21,90	4,80	1,59

¹ Condutividade elétrica do extrato de saturação em dS/m a 25°C

² pH em água (1:2,5) da Pasta de saturação

4.1.2 Avaliação dos Volumes de Água Utilizados nas Irrigações

Pode-se observar na Tabela 9 que o aumento da salinidade na água provocou redução nos volumes utilizados nas irrigações (substrato utilizado foi proveniente de um Regossolo) durante o estudo, provavelmente, devido à redução nos processos de absorção e transpiração das plantas. Segundo Richards (1954), vários experimentos têm demonstrado a estreita relação entre a salinidade e a inibição da absorção de água pelas plantas.

TABELA 9. Volumes de água utilizados nas irrigações, por tratamento, no período em estudo

TRATAMENTOS	VOLUMES DE ÁGUA (litros)					TOTAL
	0 - 30 DIAS	30 -60 DIAS	60 - 90 DIAS	90 -120 DIAS	120 -140 DIAS	
T0	10,9	11,41	9,68	15,1	11,9	58,99
T1	9,3	10,35	8,35	14,45	11,86	54,31
T2	9,55	10,64	8,77	14,74	11,14	54,84
T3	9,23	10,27	8,14	14,11	11,51	53,26
T4	8,55	9,13	7,64	14,2	10,99	50,51
T5	8,43	9,25	7,73	13,98	11,36	50,75
T6	7,1	8,7	7,49	13,89	11,22	48,4
T7	8,62	8,8	8,03	14,22	11,38	51,05

4.1.3 Avaliação da Condutividade Elétrica da Água Drenada

Verifica-se na Figura 4, que o aumento da salinidade na água de irrigação proporcionou elevação na condutividade elétrica da água drenada. Mesmo no tratamento T0, onde utilizou-se água destilada nas irrigações, os números encontrados de CE foram

elevados, devido aos sais contidos nos fertilizantes. Este fato impossibilita a comparação com os estudos de Ayers & Westcot (1991), segundo os quais, após sucessivas irrigações, a CE da água drenada é igual a CE da água de irrigação, dividida pela fração de lixiviação.

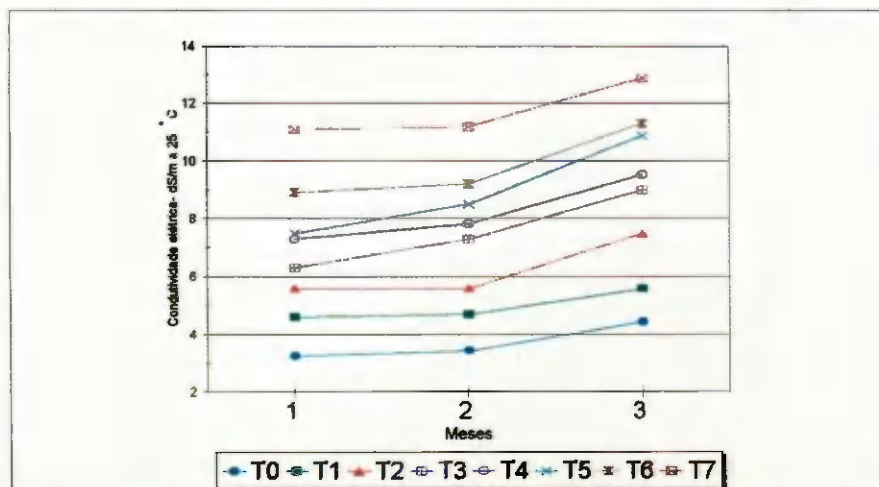


FIGURA -17 : Condutividade elétrica da água drenada, em função do tempo e da condutividade elétrica da água de irrigação, observados durante o período experimental

4.2 Efeitos dos Diferentes Níveis de Salinidade Sobre as Plantas

4.2.1 Índice de Enraizamento das Mudanças

A análise de variância dos dados de percentagem de enraizamento das mudas encontra-se na Tabela 10, em que se observa haver efeito significativo, a nível de 1% de probabilidade, pelo teste F, para os níveis de salinidade.

A comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, mostrou que os tratamentos T0, T1, T2 E T3 não apresentaram diferenças significativas entre si e foram

superiores aos tratamentos T4 e T7. Por outro lado, os tratamentos T5 e T6 não apresentaram diferenças significativa em relação aos outros tratamentos.

Pelos dados percentuais de enraizamento, apresentados na Figura 5, verifica-se que os tratamentos T0, T1, T2 e T3 apresentaram índices de enraizamento de 100%, enquanto que os tratamentos T4, T5, T6 e T7 apresentaram índices de 50, 75, 66 e 41%, respectivamente. Os níveis de salinidade a partir de 4 dS/m na água de irrigação provocaram inibição no enraizamento das mudas de abacaxizeiro .

Dados semelhantes foram encontrados em bananeira, por Santos (1990) e Araújo (1991), que verificaram, em condições de salinidade elevada, desuniformidade no processo de enraizamento das mudas. De acordo com Doneen (1975), a salinidade pode provocar mortes das plantas na fase inicial.

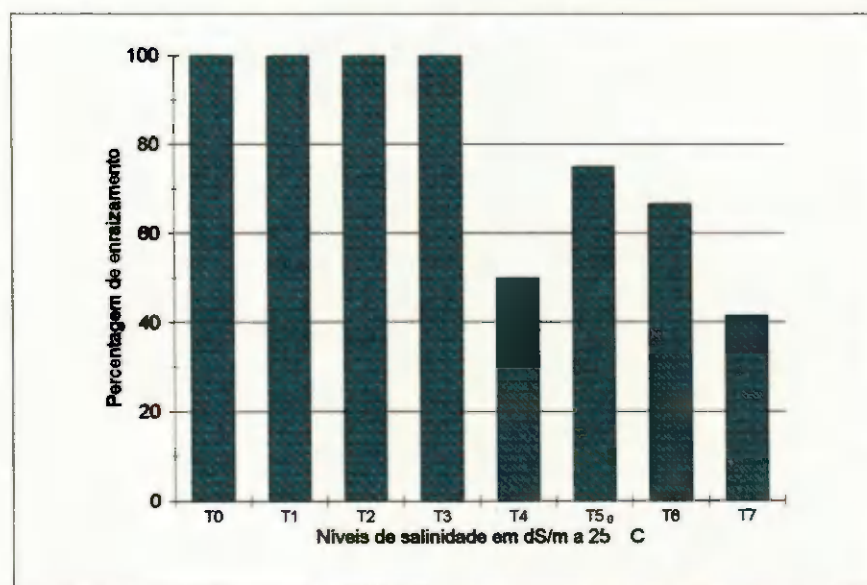


FIGURA - 5 : Índices de enraizamento das mudas em função do nível de salinidade da água de irrigação

4.2.2 Emissão de Folhas

Os valores de Quadrado Médio da análise de variância para os dados de emissão média de folhas, encontram-se na Tabela 10, em que se observam efeitos significativos para tratamentos. A comparação das médias pela teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade apresentada na Tabela 11, mostra que a testemunha foi significativamente superior aos demais tratamentos que não diferiram entre si.

Os dados de emissão de folhas pelas plantas de abacaxizeiro, no período de 0 a 140 dias, encontram-se na Figura 6, onde se observa que, de maneira geral, os números foram extremamente reduzidos. Entretanto, pode-se notar que os valores médios apresentados pelas plantas da testemunha (T0) foram entre 61,6 a 100% superiores aos demais tratamentos. Estudos de regressão indicam que 99% da variação do número de emissão de folhas (Y) pode ser explicado pela seguinte equação :

$$Y = 4,16 - 3,08 x + 2,09 X^2 - 0,63 X^3 + 0,085 X^4 - 0,0043 X^5$$

onde "X" representa condutividade elétrica da água de irrigação em dS/m à 25°C. Sendo esta equação significativa a nível de 5 % de probabilidade (Figura 7).

Nas condições em que foi desenvolvido o trabalho, o uso de água de irrigação com níveis de salinidade a partir de 1 dS/m a 25°C inibiu a emissão de folhas das plantas de abacaxizeiro. Segundo Gale (1975), o efeito mais comum da salinidade sobre as plantas, de maneira geral, é a limitação do crescimento.

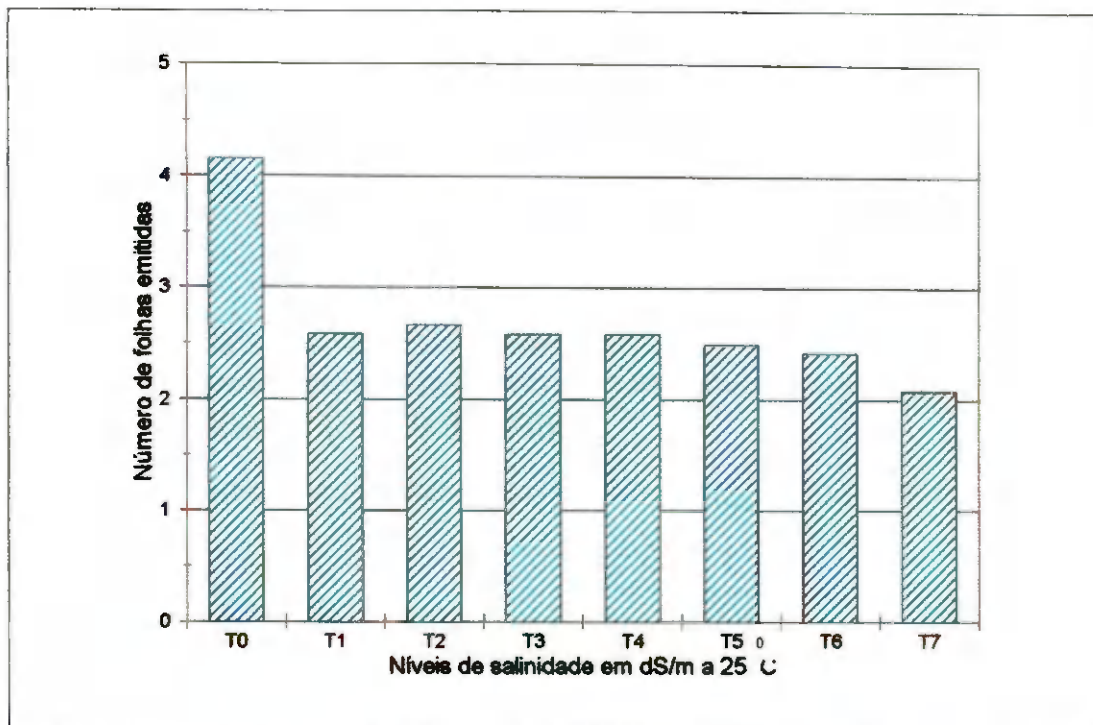


FIGURA 6 - Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação no número médio de folhas emitidas aos 140 dias após plantio

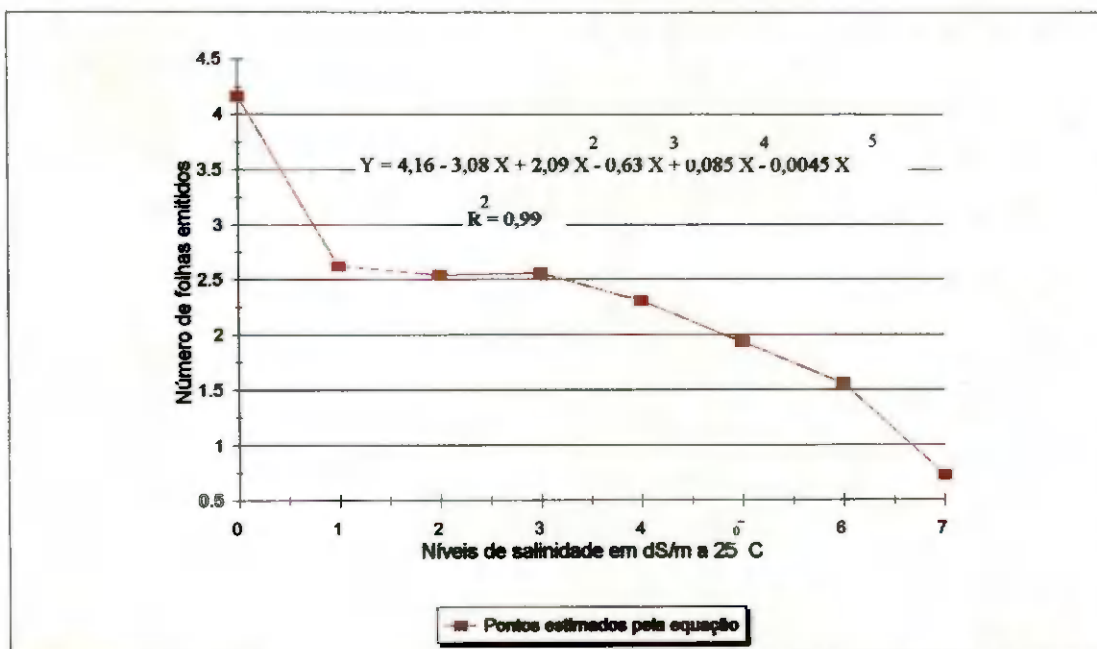


FIGURA 7 - Número de folhas emitidas (Y), aos 140 dias após plantio, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação(X)

4.2.3 Área Foliar

Os trabalhos preliminares desenvolvidos procurando-se encontrar alguma característica da folha que melhor se correlacionasse com a área foliar da planta, indicam que a melhor correlação foi entre peso da folha e respectiva área. (ver anexo)

Pode-se observar a partir da análise de variância dos dados referentes à área foliar, apresentados na Tabela 10, que houve efeito significativo, a nível de 1% de probabilidade, pelo teste F, para tratamentos.

Na comparação das médias apresentadas na Tabela 11, observa-se que a área foliar do tratamento T7 foi a menor, sem diferir, estatisticamente, dos tratamentos T6, T5 e T4. Os tratamentos T3 e T2 foram significativamente superiores ao tratamento T7. Os tratamentos T0 e T1 não diferiram significativamente dos tratamentos T2 e T3, mas foram significativamente superiores aos tratamentos T4, T5, T6 e T7.

A partir dos dados observados na Figura 9, pode-se visualizar melhor que o aumento da concentração salina na água de irrigação provocou a redução na área foliar. Níveis superiores a 4 dS/m provocaram significativas diminuições de área, quando comparados à testemunha. Os tratamentos T4, T5 e T6 não seguiram precisamente, entre si, uma tendência decrescente. A equação de regressão, significativa a nível de 1% de probabilidade, $Y = 21,068 - 1,358 X + 0,095 X^2$, demonstra que 90,8% da variação da área foliar (Y) é função do nível de salinidade da água de irrigação (X). (Figura 10)

De acordo com vários autores (Mitchell 1962; Gaillard 1969, Fortes 1970, Gadelha & Vasconcelos 1977, Gadelha & Vieira 1986, Bezerra et al. 1978, Py et al. 1984, Reinhardt et

al. 1986 e 1987), mudas grandes e um bom desenvolvimento das folhas na fase vegetativa, são de grande importância na produção do abacaxizeiro.

Vale salientar que Santos (1990) e Araújo (1991), estudando o desenvolvimento da cultura da bananeira, também encontraram significativas reduções na área foliar de plantas cultivadas em condições salinas.

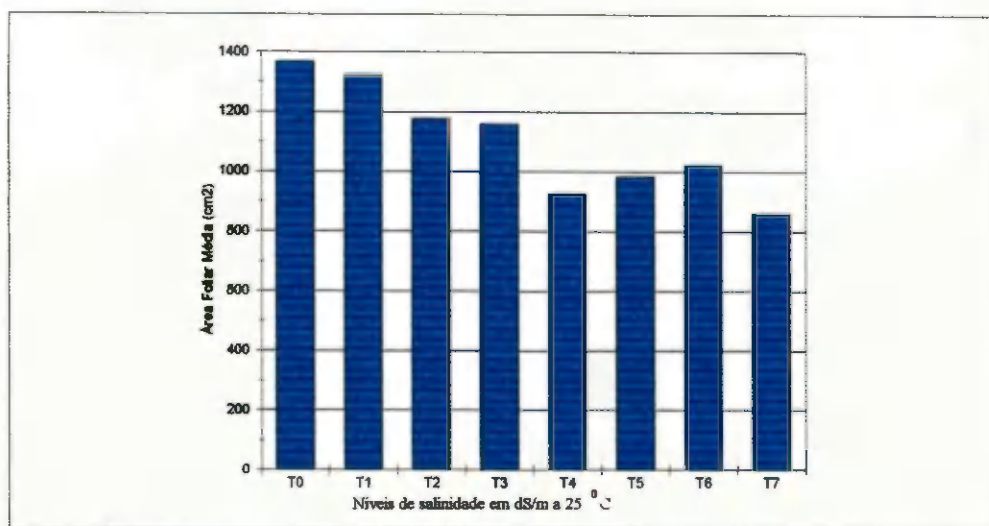


FIGURA - 9 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação na área foliar das plantas de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne aos 140 dias após plantio

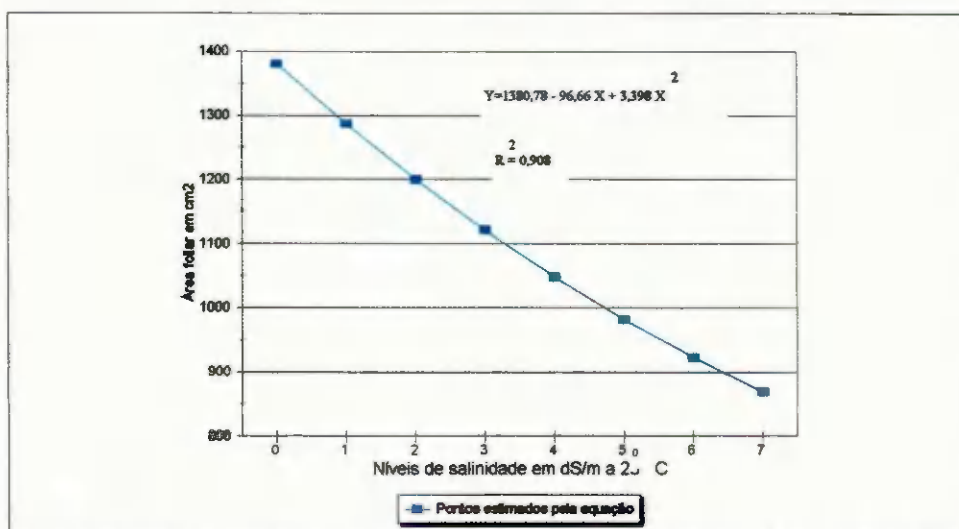


FIGURA - 10 : Área foliar das plantas de abacaxizeiro (Y) aos 140 dias após-plantio em função da salinidade da água de irrigação (X)

4.2.4 Peso da Matéria Seca das Raízes

Observa-se através da análise de variância (Tabela 10) que houve efeito significativo a nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos.

Verifica-se através dos valores médios contidos na Tabela 11, que a testemunha (T0) foi significativamente superior a todos os outros tratamentos que, apesar das diferenças em valores absolutos, não diferiram estatisticamente entre si.

As diferenças entre tratamentos são melhor observadas através da Figura 11, notando-se que, de maneira geral, o aumento da salinidade na água de irrigação, mesmo a níveis relativamente baixos, como 1 dS/m, provocou uma acentuada redução no peso da matéria seca das raízes. Entre os tratamentos T1, T2 e T3, praticamente não houve diferença, mas, em relação à testemunha, a média desses tratamentos não chegou a 50% de seu valor. Nos tratamentos T4, T5, T6 e T7 a maioria das plantas apresentou desenvolvimento radicular muito pequeno ou inexistente.

Entre as variáveis estudadas, o peso da matéria seca das raízes do abacaxizeiro foi a mais afetada, com reduções de 56,7; 55,1; 52,4; 86,1; 93,2; 82,9; 92,7% para os níveis de salinidade na água de irrigação de 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dS/m a 25°C, respectivamente, em relação a testemunha (T0).

A equação de regressão, significativa a nível de 1% de probabilidade, apresentado na Figura 12, demonstra que os valores de peso da matéria seca (Y) diminuíram com o aumento de salinidade da água de irrigação(X), o que vem sendo observado nas outras variáveis.

Os reduzidos valores de matéria seca das raízes, inclusive da testemunha, em parte podem ser justificados pelas informações contidas em Domingo et al (1992), que citam ser o sistema radicular do abacaxizeiro pequeno, superficial e compacto, com grande parte das raízes concentrada na camada de 1 a 20 cm de profundidade.

Nas condições em que foi desenvolvido o presente experimento, o uso de água de irrigação com níveis de salinidade a partir de 1 dS/m, prejudicaram o desenvolvimento do sistema radicular, com redução drástica acima de 4 dS/m..

Estes dados são de fundamental importância, uma vez que a raiz é o órgão responsável pela fixação da planta, absorção de água e nutrientes do solo, além do transporte de seiva para o restante do vegetal.

TABELA 10 - Resumo da análise de variância dos valores médios do índice de enraizamento das mudas, da área foliar, emissão de folhas, peso da matéria seca da raiz, das folhas e matéria seca total das plantas, aos 140 dias pós-plantio, em função dos níveis de salinidade na água de irrigação.

Fatores de Variação	G.L	Quadrados Médios					
		Índice de enraizamento das mudas	Emissão de Folhas	Área Foliar	Peso da Matéria Seca das Raízes	Peso da Matéria Seca das folhas	Peso da Matéria Seca Total
Tratamento	7	1829,9**	0,1402**	129408,5**	145375,5**	13,50**	14,974**
Bloco	3	65,58 ns	0,0039 ns	82638,6**	21595,66 ns	27,227**	54,974**
Resíduo	21	209,04	0,0270	11004,57	11476,76	2,386	2,679
Coefficiente de Variação%		20,24	9,17	9,42	50,20	8,59	6,94

** - Significativo a 1 % de probabilidade, pelo Teste F.

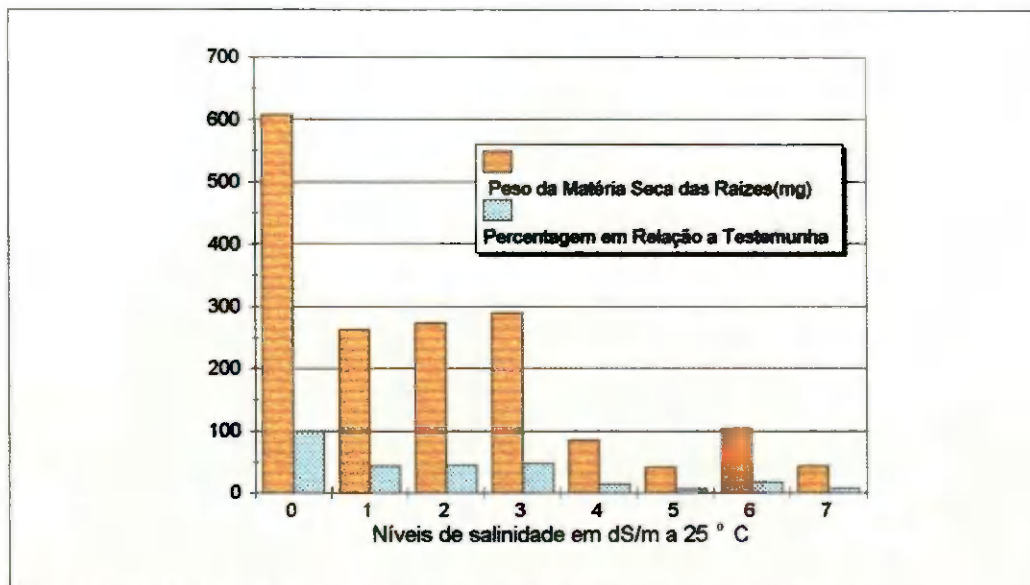


FIGURA 11 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação no peso médio da matéria seca da raiz das plantas de abacaxizeiro (aos 140 dias)

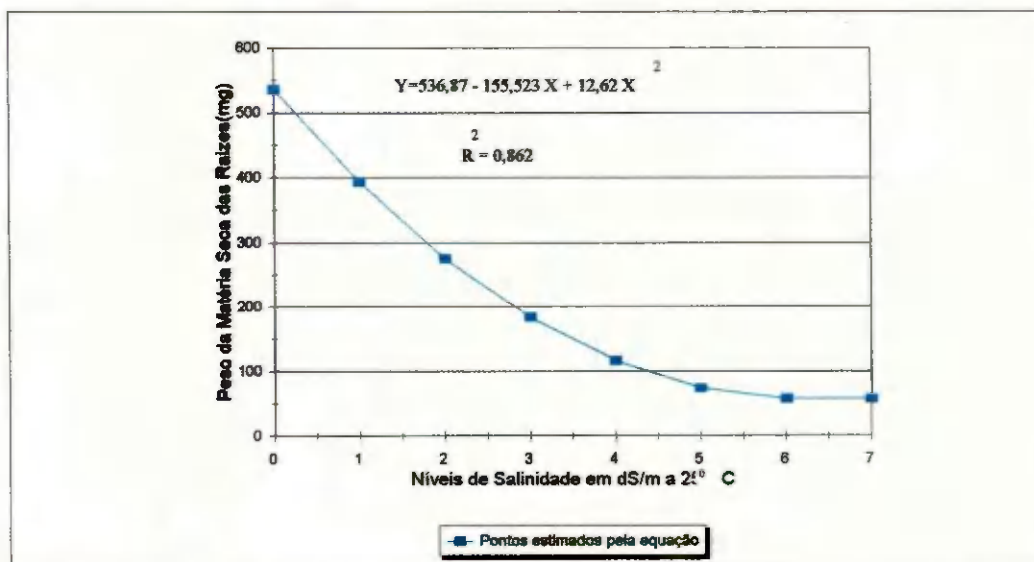


FIGURA 12 : Peso da matéria seca da raiz de abacaxizeiro (Y), aos 140 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação(X)



FOTO 1 : Desenvolvimento do sistema radicular do abacaxizeiro irrigado sob diferentes níveis de salinidade



FOTO 2 : Inibição no desenvolvimento do sistema radicular do abacaxizeiro provocado por elevado nível de salinidade na água de irrigação

TABELA 11 - Valores médios das variáveis índice de enraizamento de mudas, área foliar, emissão de folhas, peso da matéria seca da raiz, de folhas e matéria seca total das plantas, aos 140 dias após-plantio, em função dos níveis de salinidade na água de irrigação ¹

Tratamentos (Níveis de Salinidade na Água de Irrigação)	Variáveis					
	Índice de enraizamento das mudas ²	Emissão de Folhas (n) ³	Área Foliar (cm ²) ⁴	Peso Seco da Raiz (mg) ⁴	Peso Seco das Folhas (g) ⁴	Peso Seco Total (g) ⁴
T0(0 dS/m)	90a	2,23a	1366,8 a	608 a	21,03 a	26,42 a
T1 (1 dS/m)	90a	1,79 b	1324,42 a	263,35 b	20,05 ab	26,28 ab
T2 (2 dS/m)	90a	1,77 b	1178,57 ab	272,75 b	18,62 abc	24,39 abc
T3 (3 dS/m)	90a	1,75 b	1157,8 ab	289,25 b	17,99 abc	23,32 abc
T4 (4 dS/m)	44,98b	1,74 b	964,55 bc	84,75 b	16,16 c	22,15 c
T5 (5 dS/m)	63,52ab	1,72 b	980,82 bc	41 b	16,76 bc	22,28 c
T6 (6 dS/m)	62,63ab	1,70 b	1021,4 bc	104 b	17,16 bc	22,46 bc
T7 (7 dS/m)	40,07b	1,60 b	861,12 c	44 b	15,93 c	21,33 c
MÉDIA GERAL	34,29	1,79	1106,94	213,37	17,96	23,58
DMS	20,24	0,38	248,84	254,12	3,66	3,88

¹ Em cada coluna as médias seguidas pela mesma letra, não apresentam diferenças significativa entre si, pelo teste de tukey a níveis de 1 % de probabilidade.

² Valores obtidos a partir $\arcsen(x/t)^{1/2}$, onde x é o número de plantas enraizadas e t é o total de plantas por parcela.

³ Valores obtidos a partir $(n + 0,5)^{1/2}$, onde n é o número médio de folhas emitidas por parcela

⁴ Média de 04 repetições e três plantas por repetição

4.2.5 Peso da Matéria Seca das Folhas

Pelos dados de resumo da análise de variância, apresentados na Tabela I0, verifica-se que o nível de salinidade afetou, significativamente (1% de probabilidade), o peso de matéria seca das folhas.

Na Tabela II, verifica-se que o tratamento T0 não diferiu significativamente dos tratamentos T1, T2 e T3. O tratamento T1 foi superior aos tratamentos T4 e T7. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. Essas diferenças podem ser melhor visualizadas através da Figura 13, observando-se, que o aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou redução no peso total das folhas secas. Maior massa foliar foi obtida com a testemunha (T0) e a menor com o nível de salinidade mais alto (T7).

A equação $Y = 21,068 - 1,358 X + 0,095 X^2$, significativa a nível de 1% de probabilidade, demonstra que a matéria seca das folhas diminuiu à medida em que aumentaram os níveis de salinidade na água de irrigação. O coeficiente de determinação indica que 92% da variação do peso da matéria seca das folhas pode ser explicado mediante regressão polinomial (Figura 14).

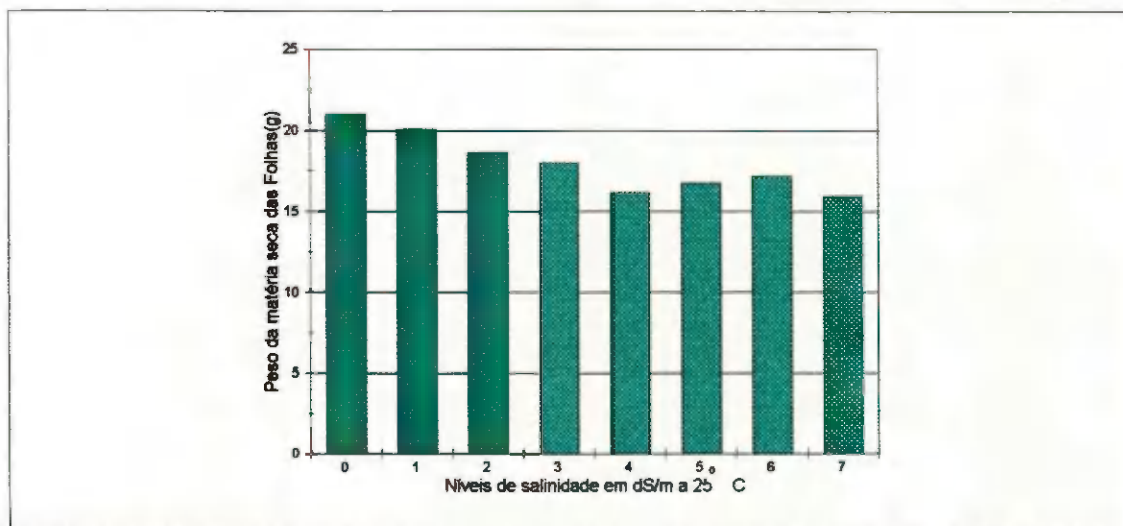


FIGURA 13 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação no peso médio da matéria seca das folhas de abacaxizeiro aos 140 dias após plantio

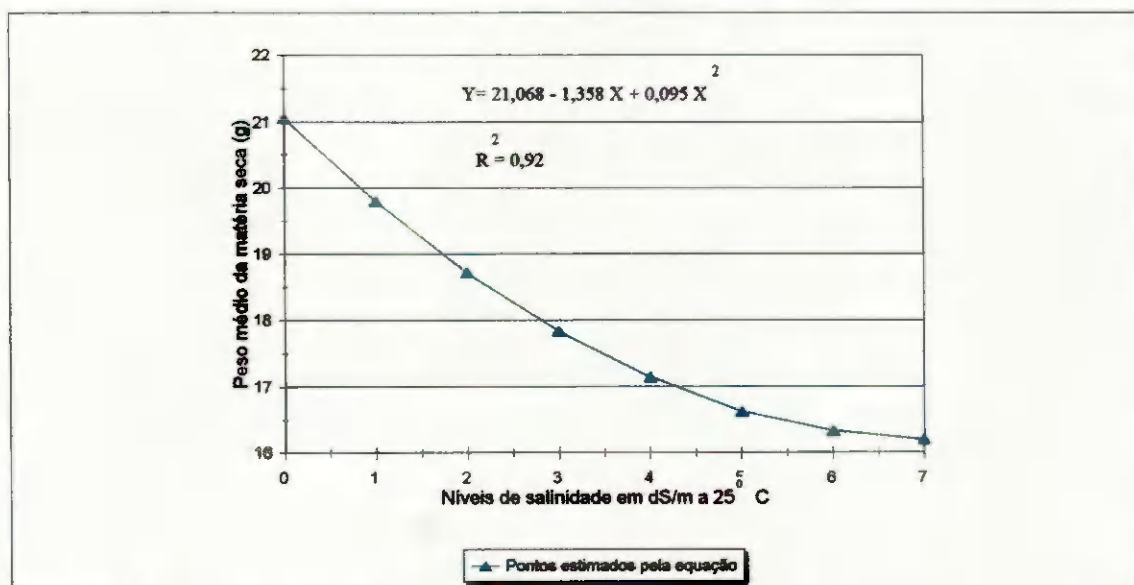


FIGURA 14 : Peso médio da matéria seca das folhas de abacaxizeiro (Y), aos 140 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (X)

4.2.6 Fitomassa Total

Pelos dados de Quadrado Médio, obtidos da análise de variância (Tabela 10) observa-se que houve efeito significativo dos tratamentos a nível de 1% de probabilidade.

A comparação das médias pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, mostrou que o tratamento T0 não diferiu significativamente dos tratamentos T1, T2 e T3, no entanto foi significativamente superior aos outros tratamentos. O tratamento T1 não diferiu significativamente dos tratamentos T2, T3 e T6 mas foi significativamente superior aos tratamentos T4, T5 e T7. Os tratamentos T2, T3, T4, T5 T6 e T7 não diferiram entre si (Tabela 11).

Estes mesmos dados estão apresentados na Figura 15, em que se observa um decréscimo do peso da matéria seca das plantas em consequência do aumento de salinidade. Os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 apresentaram peso da matéria seca média, em relação à testemunha, na ordem de 99,4%, 92,31%, 88,28%, 83,83% 84,3%, 85,01% e 80,72% respectivamente.

O coeficiente de determinação indica que 93% da variação do peso seco das plantas (Y) pode ser explicado pela equação $Y = 26,823 - 1,398 X + 0,093 X^2$, onde (X) representa a condutividade elétrica da água de irrigação em dS/m a 25°C (Figura 16).

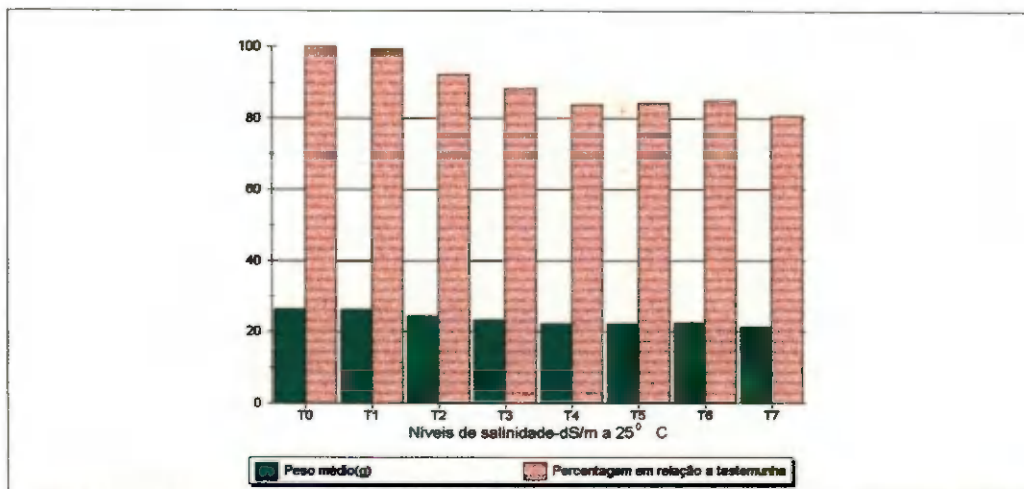


FIGURA 15 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação no peso médio da matéria seca das plantas de abacaxizeiro aos 140 dias após plantio

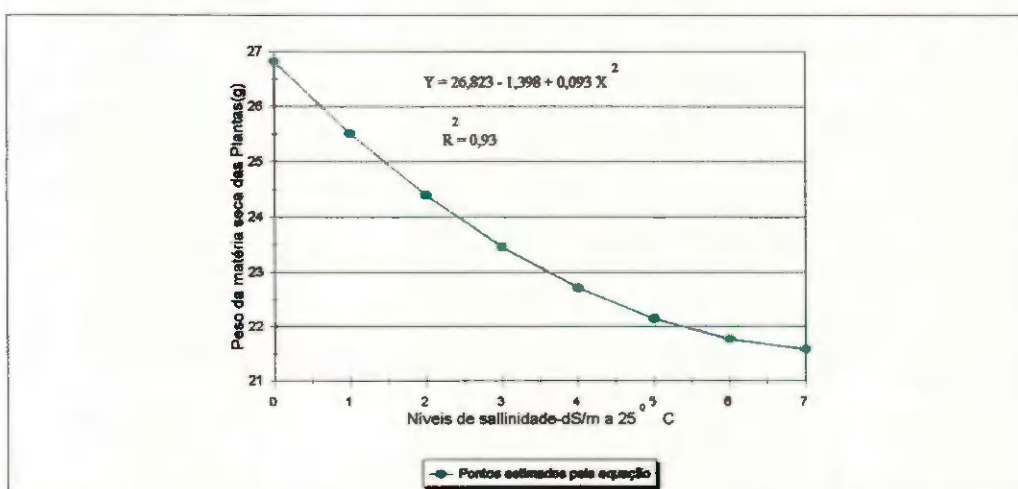


FIGURA 16 : Peso médio da matéria seca das plantas de abacaxizeiro (Y), aos 140 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (X)

4.2.7 Variação do Peso da Matéria Verde das Plantas e Observações Gerais

Conforme pode-se observar na Figura 17, a testemunha (T0) apresentou o menor peso médio inicial e o maior peso médio final das plantas de abacaxizeiro com variação positiva de 14%. O inverso ocorreu com o tratamento T7, que teve maior peso médio inicial e menor final variando negativamente em 17,74 %.

Verifica-se que os níveis de salinidade na água de irrigação, a partir de 4 dS/m, provocaram queda acentuada no peso das plantas aos 140 dias, quando comparado com o peso inicial. Apenas os tratamentos T0 e T1 apresentaram ganho de peso, enquanto os tratamentos T2 e T3 praticamente mantiveram os pesos iniciais.

Analisando-se o efeito da salinidade no crescimento do abacaxizeiro c.v. Smooth Cayenne, de maneira geral observa-se que as variáveis enraizamento, emissão de folhas, área foliar e peso da matéria seca das diversas partes da planta tiveram reduções acentuadas à medida em que foi aumentado o nível de salinidade da água de irrigação. Doneen (1975), relata que altas concentrações salinas afetam o metabolismo da planta sobre vários aspectos, provocando mudanças na anatomia e morfologia, além de prejudicar a germinação, tamanho, ramos e folhas dos vegetais. Segundo Ayers & Westcot (1991), a tolerância à salinidade pode variar de acordo com o estágio de desenvolvimento das culturas, no entanto na maioria das vezes, a fase inicial de desenvolvimento é mais sensível.

Durante a condução deste trabalho observou-se que as plantas irrigadas com águas contendo maior concentração salina, principalmente a partir de 4 dS/m, apresentaram elevados índices de folhas com secagem terminal.

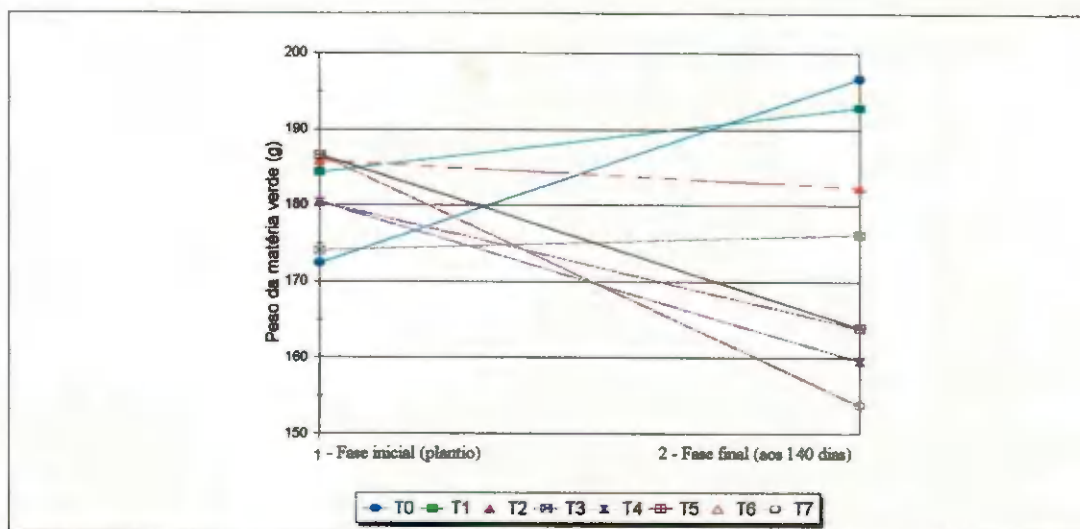


FIGURA 17 : Efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação na variação do peso médio da matéria verde das plantas de abacaxizeiro aos 140 dias após plantio

Pode-se notar pelas informações contidas na Tabela 8, que os níveis de salinidade obtidos no extrato de saturação de todos os tratamentos, no final do experimento, inclusive da testemunha onde foi utilizado água destilada nas irrigações, foram elevados, demonstrando que os níveis de salinidade, a que estavam expostas as plantas, foram provocados não somente pela água de irrigação, mas também por causa da adição dos fertilizantes. Além disso, o desenvolvimento global das plantas, inclusive da testemunha, provavelmente foi influenciado pelos fatores climáticos, como baixa insolação e temperatura registradas nos meses de junho e julho (Tabela 12), que podem, em parte, ter mascarado os efeitos da salinidade. Doorenbos & Kassam (1994), relatam que níveis de radiação baixa e temperatura inferior a 20°C prejudicam o desenvolvimento do abacaxizeiro.

TABELA -8 Informações da climatologia de Campina Grande no período experimental ¹

Variáveis Climáticas	Meses			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Insolação média diária(horas)	5,01	4,18	7,0	7,0
Temperatura máxima (°C)	25,6	25,4	22,0	23,5
Temperatura mínima(°C)	19,3	18,5	18,0	17,5
Temperatura média mensal(°C)	21,9	21,2	20,0	20,5
Umidade relativa do ar (%)	83	83	81	75

¹ Informações obtidas no Departamento de Ciências Atmosféricas da UFPB (Campina Grande)

5 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, nas condições em que o estudo foi realizado, permitem enumerar as seguintes conclusões:

1. O crescimento do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne foi afetado pela salinidade da água de irrigação, verificando-se reduções nas variáveis (índice de enraizamento das plantas, emissão de folhas, área foliar, fitomassa total e variação no peso da matéria verde das plantas), sendo que os efeitos mais drásticos foram a partir de 4 dS/m a 25 ° C.
2. Entre as variáveis estudadas, o peso da matéria seca das raízes foi a mais afetada pela salinidade. A emissão de folhas também foi bastante afetado pelos níveis de salinidade na água de irrigação, com redução de 38,1% em relação a testemunha, já a partir do tratamento T1 (1 dS/m).
3. Os níveis de adubação, utilizados no estudo, acarretaram elevação da condutividade elétrica do extrato de suturação do solo e da água drenada.

6 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S. ; WESTCOT D.W. **A qualidade da água na agricultura**; Campina Grande: UFPB, 1991.218p.

ANSARI, R. ; NAQUI, S. M. ; ALA, S. A. Growth and composition of two cultivares of *Triticum aestivum* as affected by soil salinity. **Soil science**, v. 9, p. 443-453, 1978.

ARAÚJO FILHO, J. B. **Efeitos de diferentes níveis de salinidade de solo na composição química da folha e crescimento de cultivares de bananeira (*Musa sp.*)** Campina Grande: UFPB/DEA, 1991, 87p. Tese de mestrado.

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

AUDRY, P. ; SUASSUNA, P. A qualidade da água na irrigação do trópico semi-árido. Um estudo de caso. In: **SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE PEQUENA IRRIGAÇÃO**, 1990, Recife. **Anais**. ; Recife PE : 1990, p.147-153.

- BAJWA, M. S. ; HIRA, G. S. ; SINGH, N. T. Effect of sodium and bicarbonate irrigation waters on sodium accumulation and on maize and wheat yields in Northern India. **Irrigation Science**, v. 4, p.191-199, 1983.
- 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. **Annu. Rev. Phytopathol**, n.13, p.295-311, 1975.
- BEZERRA, J.E.F. ; LEDERMAN, I.E. ; ESPINAL AGUILAR, J.A. ; REIS, O.V. dos. Influência da idade de indução do florescimento e do peso dos filhotes sobre a produção e qualidade do abacaxizeiro ` Cayenne`. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.2, n.1, p.45-55, 1978.
- BEZERRA, J.M.F. , SAMPAIO, M.A. , NETO, L.N. **Cultivo do abacaxizeiro**. Recife: IPA, 1982 (IPA. Instruções técnicas,2 p.)
- BINGHAN, F. T. , RHOADES J. D. & KEREN, R. An application of the Maas-Hoffman salinity response model for boron toxicity. **Soil Science Society American Journal**, v. 49 p. 672-674, 1985.
- BOWER, C.A. ; OGATA, G. ; TUCKER, J. M. An index of the tendency of CaCO_3 to precipitate from irrigation waters. **Soil Science** , v. 29, p. 91-92, 1965.

BRADY, N. ; BUCKMAN, H.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos , 1983. 647p.

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).

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

CHOAIRY, S.A. et al. **Sistema de produção para abacaxi Sapé PB ; revisão**. João Pessoa, PB: EMBRATER/EMATER/EMEPA, 1981. 21p (EMATER/EMEPA. Boletim, 352)

COSTA, R. G. ; GHEYI, H.R. **Variação da qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha (PB)**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, p.1021-1025, 1984.

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.

CRUCIANI, D. E. **A drenagem na agricultura**. 4. ed. São Paulo : Nobel, 1987. 337p.

CUNHA, G. A. P. da ; MATOS, A. P. de; SANCHES, N. F. ; REINHARDT, D. H. R. C.; SOUZA, L. F. da S. ; CABRAL, J. R. S. ; ALMEIDA, O. A. de. **A Cultura do**

- Abacaxi: práticas de cultivo.** 6 ed. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1995. 30p.
- DAKER, A. **Água na agricultura.** Rio de Janeiro, Freitas Bastos , 1984, v.3, 543p.
- DAMASCENO, J. H. **Informe de drenagem e salinidade nos perímetros irrigados do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca.** In : Reunião Sobre Salinidade em Áreas Irrigadas, 1978, Fortaleza, Anais. (s.n.). 1978. p.113-123.
- DAY, P. R. **Fractionation and particle size analysis.** In: BLACK, C.A. Ed Methods of soil analysis Madison : American Society of Agronomy, 1965. p. 546-67
- DOMINGO, H. R. C. ; REINHARDT, D. H. R. C. ; MEDINA V. M. **Crescimento e qualidade do fruto do abacaxi cvs. Pérola e Smooth Cayenne. Pesquisa agropecuária brasileira.** Brasília, v.27 n. 3 p. 435-447, mar. 1992.
- DONEEN, L. D. **Water quality for irrigated agriculture.** In : POLJAKOFF-MAYBER, A. GALE, J. ed. **Plants in saline environments.** Berlin: Springer-Verlag. 1975. p. 56-64.
- DOORENBOS, J. ; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas;** Campina Grande : UFPB , 1994.p 181-184
- EATON, F. .M. **Significance of carbonates in irrigation water . Soil Science,** n.69, p. 123-133, 1950.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979.(n.p.)

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: Ed. Campus : EMBRAPA, 1984. cap10, pag302-2

FAGERIA, N. K. , **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989.425p.(EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 18).

FONTENO, W.C. ; MCWILLIANS, E. L. **Factores influencing the lanscape use bromeliads**, Proceedings of the tropical Resigro, Americam Society for Horticultural Science (1974) 18, 257-278 Texas A & University College Station, Texas USA.

FAO, **Production Yearbook**. Rome, v. 47, 1993.

FAO / UNESCO . **Irrigation drainage and salinity**. Paris, Hutchinson, 1973. 510p.

FERRI, M. G. , **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. v. 1 , 362p

FORTES, J. M. **Influência do tamanho da muda de abacaxi, *Ananas comosus*(L .) Merr. sobre o número e peso médio dos frutos**. Viçosa, MG: UFV, 1970. 25p. Tese de Mestrado.

FORSYTHE, W. **Física de suelos**. manual de laboratório . Turrialba : IICA, 1975. 221p.

- GADELHA, R.S. de S. ; VASCONCELOS, H. DE O. Influência do tamanho do peso das mudas de abacaxi, *Ananas comosus*, no desenvolvimento da planta e na qualidade do fruto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.12 único, p. 151-155, 1977.
- GADELHA, R. S. de S. ; VIEIRA, A. **Competição entre as cultivares de abacaxi Pérola e Smooth Cayenne**. Rio de Janeiro: PESAGRO-RIO, 1986. 2p (PESAGRO-RIO, Comunicado Técnico, 165.
- GAILLARD, J.P. Influence de la date de plantation et du poids des rejets sur la croissance des ananas au Cameroun. **Fruits**, v.24, n.2, p.75-87, 1969.
- GALE, J. **Water balance and gas exchange of plants under saline conditions**. In : POLJAKOFF-MAYBER, a. GALE. J. , ed *Plants in saline environments*. Berlin, Springer-Verlag, p. 168-85, 1975.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1978. 430p.
- GHEYI, H. R. , MEDEIROS, J. F. de , BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Documento elaborado para Escola Superior de Agronomia de Mossoró-Rn, 1991 , 70p.
- GREENWAY, H. Salinity, plants growth and metabolism. **J. Austral. Inst. Agric. Sci.**, 39: 24-34, 1973.
- HELWEG, O. J. de M.; ALVAREZ, A.M. Estimating irrigation water quantity and quality. **Journal of Irrigation and Drainage**, v. 157, p. 175-188, 1980.

HOORN, J.W. van. **Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects.** In: SALINITY SEMINAR , BAGHIDAD. Rome: FAO, 1971. (FAO. Irrigation and Drainage Paper , 7).

HOORN, J. W. van ; ALPHEN, J. G. van **Salinity Control: Salinity control, salt balance and leaching requirement of irrigated soils.** Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1988. 96p

HUFFAKER, R. C. ; WALLACE, A. Sodium absorption by different plant species at different potassium. **Soil Science.** v. 87, p. 130-134,. 1959.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil** . Rio de Janeiro : IBGE, 1993.

JP-ENCO-TAHAL, **Plano diretor de águas e solos do município de Campina Grande,** Prefeitura Municipal de Campina Grande/ S.A.A.R.H, 1995. 320p

KAMPHORST, A. ; BOLT, G. H. Saline and sodic soils. In : BOLT, G.H. ; BRUGGENT, M.G. M. eds. **Soil chemistry.** Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing, 1976. v.1., cap .9 , p.95 -107, 1976

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

KOVDA, V. A. ; YARON, B. ; SHALHEVET, Y. Quality of irrigation water. In : KOVDA, V. A. , BERG, C. van den , HAGAM , R. M. Eds. **Irrigation, drainage and salinity.** London: Hutchinson/FAO/UNESCO, 1973. cap.7 p.177-205 (FAO-UNESCO. International 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).
- LEPRUM, 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.
- MAAS, E. V. Crop tolerance. **Calif. Agric.**, v.38, n 10, p.20-21, 1984.
- MAAS, E. V. **Salt tolerance of crops**. applied Agric. Research, v.1, nº1, p.12-26, 1986.
- MAAS, E. V. ; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance: Current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage**, v.103, p. 115-134, 1977.
- MAAS, E. V. ; NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerant to salinity. In: Jung, G.A.ed. **Crop tolerance to subpotimal land conditions**. Madison: Amer. Soc. Agron. 1978. cap. 1, p.277-9. (Special Publication, 32).
- MCNEAL, B.L. Soil salts and their effects on water movement In: SCHILFGAARD, J. Van ed. **Drainage for agriculture**. Madison : American Society Agronomy , 1974. cap. 15, p. 409-31c. (Agronomy, 17).
- Mc GEORGE, W. T. **The salinity problems** - Safford experiment farm laboratory studies. University of Arizona, Technical bull 125 1952. n.p.

- MITCHELL, A. R. Plant development and yield in the pineapple as affected by size and type of planting material and times of planting and forcing. **Queensland Agricultural Science Journal** , v.19, n.4. p.453-466, 1962.
- MOLEN, W. H. van der. **Salt balance and leaching requirement.** In: INTERNATIONAL INSTITUTE OF LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT. Drainage principles and applications. Wageningen: ILRI, 1974. v.2, cap. 9, p.59-100.(ILRI. Publication, 16).
- OSTER, J. D. ; SCHRDER, F. W. Infiltration as influenced by irrigation water quality. *Soil Science. Society of American Journal*, v.43, p 444-447, 1979.
- PALACIOS, V. O. ; ACEVES, N. E. **Instructivo para el muestro, registro de datos e interpretacion de la calidad del agua para riego agrícola.** Chapingo: Colégio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1970. 49p. (Rama de Riego y Drenaje, 15).
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos.** Madrid: Agricola Española, 1978. 521p.
- PLESSIS ,S.DU (**Irrigation of pineapples .**) Besproeiing van pyappels *Information Bulleti, Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, South África (1987) n.173, 7* (Af) Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, Nelspruit, South África.
- PY, C. ; LACOEUILHE, J. J. ; TEISSON, C. **L`ananas: sa culture, ses produits.** Paris: Maisonneuve, 1984. 563p.

RAO, G. G. et al Effect of varying soil moisture regimes and nitrogen levels on lant growth, yield and quality of Kew Pineapple (*Ananas comosus*). **Indiam Journal of horticulture** v. 31, n.4, p.306-312, 1974.

REINHARDT, D. H. **Potencial da fruticultura irrigada nos Tabuleiros Costeiros** . Cruz das Almas , BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1996. 23P.

REINHARDT, D. H. R. C. , COSTA, J. T. A. , CUNHA, G. A. P. da . Influência da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta para a indução floral do abacaxi "Smooth Cayenne" no Recôncavo Baiano. I. Crescimento vegetativo, produção de mudas e florescimento natural. **Fruits**, v.41, n.1, p.31-4 , 1986.

REINHARDT, D. H. R. C. , COSTA, J. T. A. , CUNHA, G. A. P. da . Influência da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta para a indução floral do abacaxi "Smooth Cayenne" no Recôncavo Baiano. II. Crescimento vegetativo, produção de mudas e florescimento natural. **Fruits**, v.42, n.1, p.13-23 , 1987.

RICHARDS, L. A. ed. **Diagnosis ans. improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60)

RHOADES, J. P. Quality of water for irrigation. **Soil Science**, n. 113, p.277-284, 1972.

SALISBURY, F. B. ; ROSS, C. W. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth, 1978, 422p.

●SANTOS, G. R. **Crescimento da bananeira nanica (*Musa sp*) sob diferentes qualidades de água de irrigação**. Campina Grande: UFPB/DEA,1990.78p. Tese de mestrado.

SHAINBERG, I.; OSTER, J. D. **Quality of irrigation water**. Bet dagan: International Irrigation Center, 1978. 65p.

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

SHANNON, M. C. In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. **Hort. Science** , v.14, n.5, p.587-9, 1979.

SHARMA, D. R. ; MONDAL, R. C. Case on sodic hazard of irrigation waters. **J. Indian Society. Soil Science**, v. 29, n.2 p. 270-273, 1981.

SIDERIS, C. P. Effects of sea water sprays on pineapple plant. **Phytopathology**, v.45, p.590-594, 1955.

STROGONOV, B. P. **Physiological basic of salt tolerance of plants**. Jeruzalem :Israel prog. Sci. Transl., 1964. 279p.

SMEDEMA, L.K. ; RYCROFT, D.W. **Land drainage: planning and deign of agricultural drainage systems**. London:. Batsfort, 1988. 376p.

SNEDECOR, G.W. ; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. Ames: Iowa State College, 1974. 593 p

TANJI, K .K. ; HANSON, B. R. Drainage and return flows in relation to irrigation management. In: STEWART, B. A. , NIELSEN, D. R. (co-eds.). **Irrigation of**

agricultural crops. Madison : American Society Agronomy, 1990. cap. 35, p.1057-87 (Monograph, 30).

THORNE, D. W ; PETERSON, H. B. Irrigated soils: Their fertility and management 2.ed.
Bombay, New Delhi : M-Graw-hill, 1954. 329 p.

VAN ALPHEN, J. G. & VERHOEVEN, B. **Salt-affected soils and their reclamation.**
Wageningen, 22 Internat. Course on Land Drainage. 1983. 34p.

WILCOX, L. V. , DURUM, W. H. Quality of irrigation water . In: HAGAN, R. M. ;
HAISE, R. H. ; EDMINSTER, T. W.eds. **Irrigation of agriculture lands.** Madison:
American Society Agronomy, 1967. cap. 9, p.104-22. (Agronomy, 11)

WITHERS , B. ; VIPOND , S. **Irrigação: projeto e prática.** São Paulo: EPU, 1988.339p

ANEXOS

CORRELAÇÃO PARA ÁREA FOLIAR

Os trabalhos preliminares desenvolvidos procurando-se encontrar alguma característica da folha que melhor se correlacionasse com a área foliar da planta, proporcionaram os seguintes resultados:

- área da “folha D” e a área total da planta $\Rightarrow R^2 = 0,28$ (melhor valor encontrado para equações significativas) $\rightarrow Y = -3786 + 77X - 0,162X^2$;
- área da folha mais comprida e a área total da planta $\Rightarrow R^2 = 0,14$ (melhor valor para equações significativas) $\rightarrow Y = 2.902 + 10,28IX$;
- peso total da matéria verde das folhas e sua área total $\Rightarrow R^2 = 0,89$ (melhor valor para equações significativas); $Y = 694,8 + 7,7X$
- peso da matéria verde da folha e sua área $\Rightarrow R^2 = 0,89$ (melhor valor para equações significativas);

A equação obtida a partir da correlação entre peso da matéria verde da folha e sua área (Figura 8) foi utilizada na determinação da área foliar das plantas provenientes dos tratamentos de salinidade.

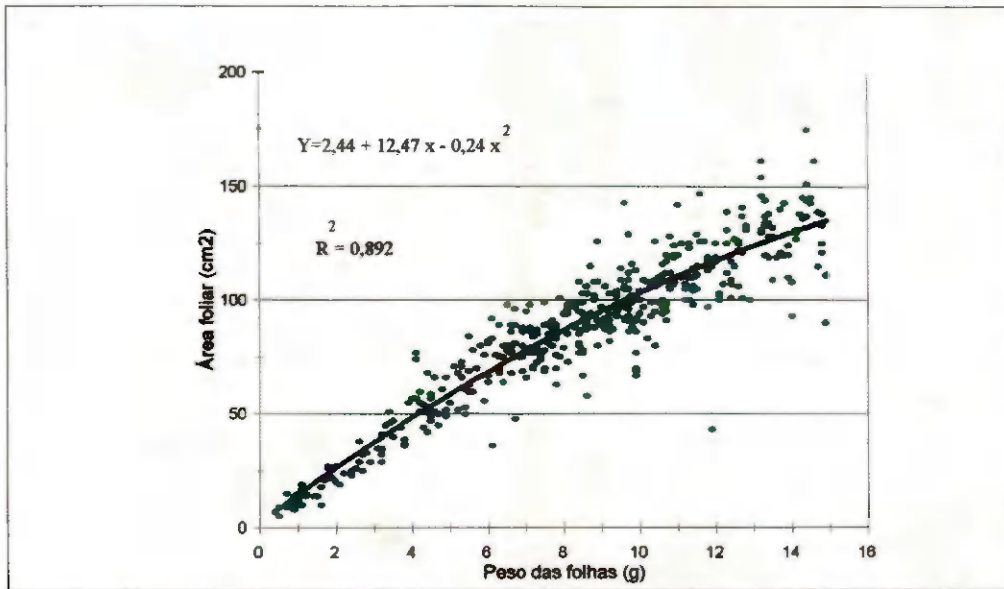


FIGURA 8 : Correlação encontrada entre peso e área das folhas do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne