



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



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

**DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO COQUEIRO SOB  
DIFERENTES SALINIDADES DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

**MIGUEL FERREIRA NETO**

**Campina Grande - Paraíba**  
**JUNHO - 2001**

**MIGUEL FERREIRA NETO**

**ENGENHEIRO AGRÔNOMO**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO COQUEIRO  
SOB DIFERENTES SALINIDADES DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

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

Co-Orientador: Dr. **JOSÉ SIMPLICIO DE HOLANDA**

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

**CAMPINA GRANDE**

Estado da Paraíba - Brasil

Junho - 2001



F383d Ferreira Neto, Miguel  
Desenvolvimento e producao do coqueiro sob diferentes salinidades de agua de irrigacao / Miguel Ferreira Neto. - Campina Grande, 2001.  
88 f.

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

1. Aguas Salinas 2. Coqueiro 3. Producao 4. Dissertacao I. Gheyi, Hans Raj II. Holanda, Jose Simplicio de III. Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 628.165(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

COPEAG - PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

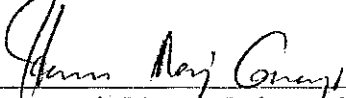
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

MIGUEL FERREIRA NETO

Título: "Desenvolvimento e Produção do Coqueiro sob Diferentes Salinidades de Água de Irrigação".

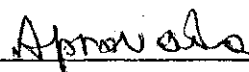
BANCA EXAMINADORA

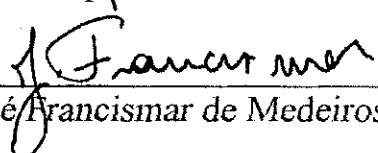
PARECER

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

  
\_\_\_\_\_

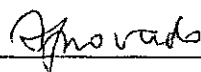
  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Simplicio de Holanda-Co-Orientador

  
\_\_\_\_\_

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

  
\_\_\_\_\_

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

  
\_\_\_\_\_

Campina Grande, 26 de junho de 2001

*Em memória a meus avós,  
Miguel Ferreira de Medeiros e  
Manoel Inácio Medeiros da Silva.*

*HOMENAGEIO*

*À Lorrainy, pelo incentivo, força,  
compreensão e carinho.*

*Aos meus pais; pela criação, inteligência,  
formação moral e intelectual superando as  
dificuldade pelo objetivo de me  
proporcionarem esse momento especial em  
minha vida.*

*A minha irmã Rina Lourença, minhas avós,  
tios e primos.*

*A todos que lutam por uma agricultura  
sustentável e igualitária.*

*OFEREÇO E DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela razão de minha existência e sua presença em todos os momentos da minha vida.

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

À Empresa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) pela oportunidade e apoio concedidos para realização deste trabalho de dissertação de Mestrado.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Hans Raj Gheyi, pela orientação dedicada, estímulo e amizade a mim oferecida, bem como pela idealização deste trabalho.

Ao Dr. José Simplicio de Holanda, EMBRAPA/EMPARN, pela contribuição decisiva para realização deste trabalho e pela orientação objetiva no desenvolvimento do estudo.

Ao Prof. José Francismar de Medeiros, Departamento de Engenharia Agrícola da ESAM, por ter me incentivado para realização deste curso e deste trabalho, e também pelas sugestões dadas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Pesquisador Edson Eduardo Melo Passos, EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, que contribuiu com sua experiência prática e teórica na melhoria e engrandecimento deste trabalho.

Ao Prof. Pedro Dantas Fernandes pelas sugestões para o engrandecimento deste trabalho e sobretudo pelos ensinamentos, consideração e amizade.

À Prof<sup>a</sup>. Maria Auxiliadora, Departamento de fitotecnia da ESAM, pela confiança e incentivo inicial na realização deste curso, como também pela amizade generosa.

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

Ao Técnico Agrícola Marcos Tomaz, EMPARN, pela valiosa dedicação e contribuição na realização dos trabalhos de campo e pelo amigável convívio.

Aos Técnicos e funcionários da Fazenda experimental do Jiqui, EMPARN, pela valiosa colaboração.

Ao laboratorista Ernesto Espínola, EMPARN, pela valiosa contribuição nas análises de qualidade de fruto e na preparação das amostras foliares.

Ao Agrônomo Sérgio Viana, pela valiosa ajuda na realização das análises estatísticas.

Ao laboratorista Francisco Alves pela colaboração na análise de solo.

Ao Eng<sup>o</sup> Agrícola Florisvaldo, EMPARN, pela sua ajuda na escolha do sistema de irrigação.

Aos colegas Nildo Dias, Celso, Ermano, Severino, Lovania, Florício, Aristóteles, Armindo, Cardoso, Reginaldo, Marcelo, Betânia, Ana Maria e Paulo Torres pelo proveitoso convívio e incentivos constantes, e em particular, a Frederico Antônio pelas valiosas ajudas.

Aos funcionários do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFPB, em especial a Sônia, Rivanilda e Aldanisa pela dedicação e amizade.

Em fim agradeço a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o sucesso deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	IX
LISTA DE TABELAS .....	X
LISTA DE ANEXOS .....	XI
RESUMO .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. A CULTURA DO COQUEIRO .....	4
2.1.1. Características botânicas do coqueiro .....	4
2.1.2. O sistema radicular .....	4
2.1.3. Caule .....	6
2.1.4. Folha .....	6
2.1.5. Inflorescência .....	7
2.1.6. Fruto .....	8
2.2. QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO .....	9
2.3. ACÚMULO DE SAIS SOBRE O SOLO .....	14
2.4. EFEITO DA SALINIDADE SOBRE AS PLANTAS .....	17
2.5. EFEITO DOS SAIS NA QUALIDADE DA PRODUÇÃO .....	21
2.6. TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE .....	23
2.6.1. Determinação dos valores de tolerância .....	25
2.6.2. Mecanismo de tolerância das plantas à salinidade .....	26
2.6.2.1. Mecanismo morfológico .....	27
2.6.2.2. Mecanismo fisiológico .....	28
2.7. PESQUISAS COM O COQUEIRO EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE .....	30
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	32
3.2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO .....	33
3.3. TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	33
3.4. CULTURA .....	34
3.5. IRRIGAÇÃO .....	35
3.6. PREPARAÇÃO DAS ÁGUAS .....	36
3.7. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	37
3.7.1. Preparo da área e tratos culturais .....	37
3.7.2. Colheita .....	37
3.8. PARÂMETROS AVALIADOS .....	38
3.8.1. Planta .....	38
3.8.1.1. N° de folhas emitidas e mortas .....	38
3.8.1.2. N° de inflorescências emitidas e n° de flores femininas por inflorescência .....	39
3.8.1.3. N° de frutos formados e colhidos (produção) .....	39
3.8.1.4. Produção de fitomassa de fruto .....	39
3.8.1.5. Qualidade de frutos .....	39
3.8.1.6. Diagnose foliar .....	40
3.8.2. Solo .....	40
3.8.2.1. Salinidade do solo .....	40
3.8.2.2. Análise de fertilidade do solo .....	41
3.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	41



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4.1. DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO COQUEIRO .....	42
4.1.1. Número de folhas vivas e mortas e tempo médio de emissão .....	42
4.1.2. Concentração mineral das folhas de coqueiro .....	45
4.1.3. Intervalo entre floração .....	46
4.1.4. Nº de flores por inflorescência .....	48
4.1.5. Nº de frutos colhidos .....	51
4.1.6. Produção de fitomassa de fruto .....	56
4.2. QUALIDADE DE FRUTOS .....	57
4.2.1. Peso de frutos .....	58
4.2.2. Volume de água-de-coco .....	60
4.2.3. °Brix da água-de-coco .....	61
4.2.4. CE da água-de-coco .....	62
4.2.5. pH da água-de-coco .....	63
4.2.6. Teor de nutrientes na água-de-coco .....	64
4.3. SALINIDADE FINAL DO SOLO .....	66
5. CONCLUSÕES .....	69
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	71
ANEXO 01 .....	83
ANEXO 02 .....	86

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Vista da área experimental na fazenda do Jiqui.....	32
2 Croqui experimental (Jiqui), de acordo com a disposição das plantas escolhidas na área.....	34
3 Comportamento da condutividade elétrica das águas de irrigação em cada tratamento durante um período de cultivo (agosto a novembro de 2000).....	36
4 Fotografia demonstrando a identificação e marcação da folha nº1 (a) e. marcação da folha de origem da inflorescência (b).....	38
5 Efeito da salinidade da água de irrigação no nº de folhas por planta ao final do experimento.....	44
6 Efeito da salinidade da água de irrigação no tempo de emissão foliar no período de julho de 2000 a janeiro de 2001.....	44
7 Efeito da salinidade da água de irrigação no nº de folhas mortas de outubro de 2000 a janeiro de 2001.....	44
8 Intervalo de dias entre aberturas das inflorescências 7 e 8 (a), 8 e 9 (b) em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	48
9 Nº de flores femininas por inflorescência (NFI) em função da salinidade da água de irrigação, da 5ª a 9ª inflorescência emitida.....	50
10 Nº médio de flores por inflorescência em todo cultivo (NFIT) em função da salinidade da água de irrigação (a); comportamento geral dos tratamentos em relação ao nº de flores por inflorescência em todo cultivo (b).....	50
11 Efeito da salinidade da água de irrigação sobre o nº de frutos colhidos (NFC) para a 8ª e 9ª colheita.....	53
12 Comportamento da produtividade média das plantas nas 9 colheitas em relação a salinidade da água de irrigação.....	54
13 Fotos de frutos colhidos em 12 meses de cultivo (7ª colheita), nos diferentes níveis de água de irrigação.....	54

14	Comparação do formato dos frutos colhidos em 12 meses de cultivo (7ª colheita), para os níveis N <sub>1</sub> (a) e N <sub>4</sub> (b) de salinidade de água de irrigação.....	55
15	Produção média de fitomassa para a 9ª colheita, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	57
16	Produção média total de fitomassa, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	57
17	Peso de fruto colhido (PFC), nas colheitas 4, 6, 7 e 9 em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	59
18	Peso médio de fruto colhido (PMFT) para todas as colheitas, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.....	59
19	Efeito da salinidade da água de irrigação no volume de água de coco (VAC) nas colheitas 1, 5, 6, 7, 8 e 9 (a); e volume médio de água de coco (VMAC) para todas as colheitas (b).....	61
20	Efeito da salinidade da água de irrigação no °Brix nas colheitas 3, 5, 6 e 7(a); e °BrixT para todas as colheitas (b).....	62
21	Efeito da salinidade da água de irrigação na condutividade elétrica da água de coco (CEac) nas colheitas 3, 6, 7, 8 e 9 (a); e CEac para todas as colheitas (b).....	63
22	Concentração iônica média do Cl e do K (7ª colheita) na água de coco em função da salinidade de irrigação.....	65
23	Teor médio de Ca, Mg, Na, K, Cl para duas colheitas (1ª e 7ª colheita).....	65
24	Salinidade do extrato de saturação para cada tratamento com o aumento da profundidade do solo antes de iniciar com os tratamentos (a); e ao término do estudo (b).....	67
25	pH médio da pasta de saturação do solo para cada tratamento antes de iniciar com os tratamentos (a); e ao término do estudo (b).....	67
26	CEes média para cada tratamento (a); e RAS do extrato de saturação em função da salinidade da água de irrigação(b), ao término do estudo.....	68
27	Dados climáticos diários da cidade de Natal-RN, de 01 de janeiro de 2000 a 28 de fevereiro de 2001 (período de duração do experimento).(a) Temperatura média; máxima; mínima e umidade relativa (UR). (b) Evapotranspiração de referência (Eto) e velocidade do vento (V). (c) Precipitação pluviométrica de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2000.....	84

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Características químicas e físicas do solo da fazenda do Jiqui no município de Parnamirim, RN .....	33
2 Resumo de ANAVA para as variáveis nº de folhas (NF), tempo médio de emissão foliar (TMEF) em seis meses (de julho de 2000 a janeiro de 2001) e número de folhas mortas (NFM) de outubro 2000 a janeiro 2001 .....	43
3 Análise Foliar de coqueiro para os quatro níveis de salinidade de água de irrigação (N) aos 10 (10/10/2000) e 12 meses de cultivo (20/01/2001) .....	46
4 Resumo de ANAVA para variáveis intervalo entre abertura de floração dos cachos (IEF3-4; IEF4-5; IEF5-6; IEF6-7; IEF7-8 e IEF8-9) e médio a partir do 3º cacho (IEFM) .....	47
5 Resumo de ANAVA para variável nº de flores por inflorescência (NFI) mensal e nº médio total (NFIT) .....	49
6 Resumo de ANAVA para variável nº médio de fruto colhido por planta em cada colheita (NFC) e nº médio de fruto colhido em todas as colheitas (NFCT) .....	51
7 Resumo de ANAVA para as variáveis produção de fitomassa na 9ª colheita (FITO9) e produção total de fitomassa (FITOT) para todo o período de estudo .....	56
8 Resumo de ANAVA para variável peso de fruto colhido mensal (PFC) e peso médio de fruto total (PMFT) .....	58
9 Resumo de ANAVA para variável volume de água-de-coco (VAC) mensal e volume médio (VACT) total .....	60
10 Resumo de ANAVA para variável °Brix da água-de-coco (°Brix) mensal e °Brix médio (°BrixT) total .....	61
11 Resumo de ANAVA para variável condutividade elétrica (CE) de água de coco mensal e média total (CEaT) .....	62
12 Resumo de ANAVA para pH de água de coco mensal e média total (pHT) .....	64
13 Análise da água-de-coco para os quatro níveis (N) na 1ª (06/07/2000) e 7ª colheita (15/01/2001) .....	64

## LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
1 Dados climáticos diários da cidade de Natal-RN, de 01 de janeiro de 2000 a 28 de fevereiro de 2001 (período de duração do experimento).(a) Temperatura média; máxima; mínima e umidade relativa (UR). (b) Evapotranspiração de referência (Eto) e velocidade do vento (V). (c) Precipitação pluviométrica de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2000.....	84
2 Memória de cálculo para produção de fitomassa de fruto para a 9ª colheita e em relação a produção média total de fitomassa em função da salinidade da água de irrigação.....	87

## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental do Jiqui da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), localizado no município de Parnamirim-RN, tendo como objetivo estudar o desenvolvimento e produção do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), em fase inicial, visando o aproveitamento de águas salinas na irrigação, para a região litorânea do Nordeste Brasileiro. Os tratamentos consistiram em quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,1, 5,0, 10,0 e 15,0 dS m<sup>-1</sup>) testados na irrigação do coqueiro anão (cultivar anão-verde do Jiqui) e na evolução da salinidade do solo. O delineamento adotado foi o de blocos inteiramente casualizados com 4 tratamentos e 5 repetições, contendo 4 plantas por repetição, num total de 80 plantas experimentais em início de produção. As águas eram preparadas em caixas d'água de 3.000 L com água (CE=0,1 dS m<sup>-1</sup>) proveniente da lagoa do Jiqui usando o sal NaCl. Foram avaliadas as variáveis nº de folhas e inflorescência emitidas, nº de flores/inflorescência, nº de frutos colhidos, qualidade dos frutos (peso, volume, °Brix, CE, pH e composição química da água de coco) e salinidade do solo. Os níveis N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub> de salinidade da água de irrigação reduziram significativamente o nº de folhas por planta e o intervalo entre emissão foliar foi aumentado com o incremento da salinidade de água de irrigação. Os níveis mais salinos da água de irrigação aumentaram o intervalo de emissão de inflorescência entre as três últimas emissões (7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup>), com o intervalo médio maior para o N<sub>4</sub>. Os tratamentos salinos (N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub>) produziram maior nº de flores. O decréscimo provocado pela salinidade na produção foi devido à redução no tamanho e no peso dos frutos e não à redução no seu número, as produções obtidas para todos os níveis de salinidade, foram superiores àquelas do cultivo do coqueiro em condições de sequeiro, considerando a idade de quatro anos. Com o incremento da salinidade houve aumento significativo do °Brix, pH e CE da água de coco. O Cl foi o componente predominante na água de coco. O aumento da salinidade da água de irrigação originou um aumento na condutividade elétrica do extrato de saturação, com valores variando de 0,37 a 5,39 dS m<sup>-1</sup>, para águas de 0,1 e 15,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Mesmo comportamento foi evidenciado para a RAS. O pH da pasta de saturação diminuiu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação ao final do experimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cocos nucifera* L, salinidade, produção.

## DEVELOPMENT AND PRODUCTION INITIAL OF COCONUT UNDER SALINITY DIFERENT OF IRRIGATION WATER

### ABSTRACT

The work was developed in the experimental field of Jiqui of the Company of Agricultural Research of Rio Grande of the Norte (EMPARN), located in the municipal district of Parnamirim-RN, tends as objective to study development and production of the coconut tree (*Cocunut nucifera L.*), in initial phase, seeking use the saline waters in the irrigation for the Northeast area of Brazil. The treatments consisted of four levels of electric conductivity of the irrigation water - CEa (0,1, 5,0, 10,0 and 15,0 dS m<sup>-1</sup>) tested in the irrigation of the dwarf coconut tree (to cultivate midget-green of Jiqui) and in the evolution of the salinity of the soil. The adopted experimental design was it of blocks completely randomized with 4 treatments and 5 repetitions, contends 4 plants for repetition, in a total of 80 experimental plants in production beginning. The waters were prepared in boxes of water of 3.000 L with water (CE=0,1 dS m<sup>-1</sup>) coming of the pond of Jiqui using the salt NaCl. They were appraised the variable n° of leaves and emitted inflorescence, flower/inflorescence n°, n° of picked fruits, quality of the fruits (weigh, volume, °Brix, CE, pH and chemical composition of the coconut water) and salinity of the soil. The levels N3 and N4 of salinity of the irrigation water reduced the n° of leaves significantly for plant and the interval among emission to foliate it was increased with the increment of the irrigation salinity. The saline level of the irrigation water increased the interval of inflorescência emission among the last three emissions (7th, 8th and 9th), with the larger medium interval for the T4. The saline treatments (T2, T3 and T4) they produced larger no. of flowers. The reduction provoked by the salinity in the production went due to reduction in the size and in the weight of the fruits and not to the reduction in its number, the productions obtained for all the salinity levels, went superiors to those of the cultivation of the coconut tree in sequeiro conditions, considering the four year-old age. With the increment of the salinity there were significant increase of °Brix, pH and CE of the coconut water. Cl was the predominant component in the coconut water. The increase of the salinity of the irrigation water originated an increase in the electric conductivity of the saturation extract, with values varying from 0,37 to 5,39 dSm<sup>-1</sup>, for waters of 0,1 and 15,0 dS m<sup>-1</sup>, respectively.

Same behavior was evidenced for to RAS. The pH of the saturation paste reduced lineally with the increase of the salinity of the irrigation water at the end of the experiment.

**KEY-WORDS:** Coconuts nucifera L, salinity, production.



## 1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção agrícola está limitado pela capacidade do ecossistema, ao qual está associado, em manter suas naturais propriedades, muito embora avanços na tecnologia agrícola (uso de irrigação, melhoramento genético de plantas, fertilizantes e pesticidas) tenham reduzido até certo grau a dependência nessa área. Devido aos altos rendimentos obtidos com a agricultura irrigada e tendo em vista que ela é menos dependente dos caprichos do clima, isto assume importância especial, podendo contribuir significativamente para satisfazer a demanda de fibras e alimentos e estabilizar a oferta desses produtos (Rhoades, 2000). A expansão da área irrigada necessita ser de 2,25% ao ano, para satisfazer a demanda de alimento (FAO, 1988). Para atender à demanda de alimentos da população e promover o desenvolvimento sócioeconômico do Nordeste brasileiro, há necessidade de se aumentar a área irrigada. Para assegurar este incremento de área irrigada e devido a utilização esgotante das fontes de água de boa qualidade, torna-se necessário a procura também da utilização de fontes ainda não exploradas de água mesmo sendo na sua grande maioria de qualidade duvidosa. Por isso, vem-se aumentando a utilização de águas de qualidade inferior, principalmente na irrigação em regiões semi-áridas.

Em determinadas situações, o uso da prática da irrigação tem contribuído para o aumento da salinização em terras agrícolas e também causado o abandono da agricultura nessas mesmas áreas (Armillas, 1961; Rhoades, 1974; van Schilfgaarde, 1984). Em áreas irrigadas, de 20 a 27% podem estar afetadas por sais e até 37% podem estar afetadas por salinidade, sodicidade ou alagamento (Ghassemi et al., 1995). Para o Nordeste do Brasil, foi estimado, nos perímetros irrigados do DNOCS, que aproximadamente 26% das áreas estavam afetadas por problemas de salinidade (DNOCS, 1991). Existem estimativas que 10% de toda área agricultável está afetada por sais (Goes,

1978). Segundo Damasceno (1978), em aproximadamente 19% da área nos perímetros irrigados a salinidade tem afetado a produção da maioria das culturas exploradas. A água é a restrição limitante para quase 600 milhões de hectares de terras potencialmente adequadas à agricultura no mundo (FAO, 1988).

Intensa evaporação e a deficiência de drenagem têm provocado problemas de salinidade nos solos, reduzindo o crescimento e desenvolvimento das plantas. Várias tecnologias têm sido utilizadas para se produzir economicamente em condições de salinidade, dentre elas o uso de culturas consideradas tolerantes à salinidade.

Sabe-se que as espécies e cultivares se comportam diferentemente em relação à salinidade, isto é, cada espécie de planta ou cultivar tolera até um certo nível de salinidade sem reduzir o seu rendimento potencial (salinidade limiar – SL). A partir daí passa a diminuir a produtividade à medida em que se incrementa a salinidade do solo (Maas & Hoffman, 1977; Rhoades & Loveday, 1990; Medeiros, 1998). Desta forma, a definição da salinidade da solução do solo crítica para a cultura explorada é fundamental para melhorar o manejo das áreas irrigadas. Além disso, é interessante se conhecer espécies de plantas que tolerem altos valores de salinidade de água, como determinados tipos de fruteiras (Ayers & Westcot, 1991).

A substituição de culturas tem sido um método que provavelmente foi utilizado mesmo antes que tecnologias como lixiviação de sais e estratégias de manejo tenham sido desenvolvidas. Substituição de culturas sensíveis por espécies tolerantes, ainda vem sendo utilizado em praticamente todas as áreas afetadas por sais no mundo.

∕ A importância da cultura do coqueiro é mundialmente reconhecida, sendo que ela é cultivada em mais de 80 países situados nos trópicos. Utilizado tanto para o consumo “in-natura” como para fins industriais oferecendo mais de 360 modalidades de aproveitamento. O Brasil participa com apenas 1% da produção mundial e as indústrias nacionais operam com 40% de ociosidade (Ferraz et al., 1992). ∕

∕ O Nordeste brasileiro possui condições edafo-climáticas satisfatória para o cultivo do coqueiro, que necessita de temperatura média em torno de 28°C, insolação superior a 1800 h ano<sup>-1</sup> e umidade relativa acima de 60%. A precipitação pluviométrica adequada situa-se entre 1500 a 2000 mm ano<sup>-1</sup>, todavia a distribuição é tão importante

quanto o total anual; não devendo ser inferior a 150 mm mês<sup>-1</sup>, podendo ser, fornecida mediante irrigação. /

/A área colhida de coco no Brasil, em 1992, foi de 235.796 ha (Anuário Estatístico do Brasil, 1992). O Nordeste respondeu por 82,9% desse total e o estado do Rio Grande do Norte detinha 14,7% da área colhida. Segundo FAO (2000), a participação do Brasil na produção mundial aumentou de 1,12 para 3,77% nos últimos 10 anos. Apesar do avanço, a produção nacional ainda é relativamente pequena, quando comparada a de alguns países da Ásia como a Indonésia (26,87%) e Índia (22,95), porém, de fundamental importância sócio-econômica para a região Nordeste brasileira, a qual responde por 74,95% da produção nacional (IBGE, 2000).

O uso de água salina na irrigação deve ser considerado como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como é a água. Neste sentido deve-se garantir o seu uso racional através de um manejo cuidadoso. O aspecto econômico também deve ser levado em conta, já que pode ocorrer redução de produtividade, a qual, relacionada com diferentes valores de CE na solução do solo é um parâmetro que pode auxiliar na tomada de decisão (Rhoades et al. 2000).

/Considerando esses aspectos, o presente trabalho teve por objetivo estudar o desenvolvimento e produção do coqueiro, em fase inicial, visando o aproveitamento de águas salinas na irrigação, para a região litorânea do Nordeste brasileiro.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. A cultura do coqueiro**

#### **2.1.1. Características botânicas do coqueiro**

O coqueiro pertence à família Palmae, uma das mais importantes famílias da classe monocotyledoneae. É constituído de uma só espécie (*Cocos nucifera* L.) e de duas variedades principais: coqueiro gigante e coqueiro anão. Esta última divide-se em três subvariedades: verde, vermelha e amarela (Passos, 1997).

Apesar das controvérsias, o Sudeste Asiático é tido como a região de origem do coqueiro, principalmente as ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico. A distribuição geográfica do coqueiro compreende as regiões entre as latitudes 20°N e 20°S (Fremont et al., 1966). Estima-se uma área plantada de 11.600.000 ha, distribuída por mais de 86 países (Persley, 1992).

#### **2.1.2. O sistema radicular**

O coqueiro não possui uma raiz principal, mas sim um sistema radicular fasciculado, característico das monocotiledôneas. A base do seu tronco produz raízes, continuamente, durante toda sua vida; as mais grossas (primárias) apresentam pequena capacidade de absorção, restrita apenas a uma pequena parte clara, situada logo atrás da coifa (Frémond et al., 1975), a qual é responsável pela absorção de água e substâncias minerais do solo. Em condições de seca, essa parte da raiz primária se suberifica, perdendo a função de absorção. Das raízes primárias partem as secundárias, de onde se originam as terciárias, que produzem radículas, sendo os verdadeiros órgãos de absorção,

uma vez que as raízes do coqueiro não possuem pêlos absorventes. As radículas estão nas camadas mais superficiais do solo, podendo aprofundar-se dependendo da umidade (Passos, 1997).

Segundo Maertens et al. (1974), quando as forças de retenção de água são semelhantes em todo o perfil, a disponibilidade de água no solo depende, essencialmente, do enraizamento. A homogeneidade do solo em questão, e os sinais de que o sistema radicular reage com a produção de novas raízes em profundidade, durante o período seco, leva a crer que, o suprimento de água é regido, principalmente, pelo grau de exploração do sistema radicular e pelo gradiente de umidade e movimento de água criados pelas raízes (Passos, 1997). Da mesma forma, a constatação de que o coqueiro não promove regulação efetiva das perdas de água em condições de déficit hídrico (Passos & Silva, 1990) permite a suposição de que o sistema radicular pode atuar como um dos mecanismos de defesa do coqueiro para manter o suprimento regular de água.

Vários autores confirmam que a maior concentração de raízes do coqueiro é normalmente encontrada num raio de 2m, a uma profundidade entre 0,2 a 0,8m. Kushwah et al. (1973) observaram que 74% do sistema radicular não produzem ramificações além de 2m do bulbo de raiz e que a maior concentração se encontra na profundidade entre 0,3 e 1,2m. Anikumar & Wahide (1988) relatam que 80% das raízes atingem, em média, 6m horizontalmente, embora a essa distância sejam escassas. Cintra et al. (1992), constataram que a maior concentração de raízes encontra-se de 0,2m a 0,6m de profundidade e que 70% a 90% das raízes totais distribuem-se lateralmente de 1 a 1,5m do tronco.

O que favorece uma melhor distribuição das raízes são solos férteis e mais leves como também o perfil de distribuição de umidade e nutrientes aplicados.

O coqueiro é capaz de emitir raízes adventícias sob condições de alta umidade do solo provocada por excesso de chuvas, excessiva irrigação ou acúmulo de matéria orgânica na base de seu tronco (Passos, 1997). Das raízes saem ainda, pequenas ramificações chamadas pneumatóforos, que asseguram as trocas gasosas com a atmosfera do solo (Menon & Pandalai, 1958).

### 2.1.3. Caule

O caule do coqueiro é do tipo estipe, não-ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente. Em seu ápice, prende-se um tufo de folhas que protege sua única gema terminal. A inflorescência é a única ramificação deste caule, pois é considerado um ramo caulinar modificado (Ferri, 1973).

A parte terminal do tronco, de onde se formam novas folhas, é tenra e comestível, constituindo o palmito, cujo ápice, situa-se seu único ponto de crescimento.

O estipe não sofre crescimento secundário em espessura, por não haver formação de novos tecidos. Modificações nos fatores ambientais, principalmente no tocante a falta d'água, induzem alterações no seu diâmetro por causa das variações no tamanho de cada uma de suas células (Passos, 1997). A altura, depende das condições ecológicas e da idade da planta, observando-se um crescimento mais rápido na idade jovem (Child, 1974).

### 2.1.4. Folha

A folha do coqueiro é do tipo penada, com aproximadamente seis metros de comprimento, quando madura, e com 200 a 300 folíolos de 90 a 130 cm de comprimento (Passos, 1997). Esse comprimento e o número de folíolos por folha decrescem à medida que a idade do coqueiro aumenta (Menon & Pandalai, 1958). É necessário que a idade fisiológica da planta seja conhecida, pois, algumas vezes, essa idade difere da cronológica, devido a problemas nutricionais, seca, pragas, doenças ou qualquer fator que iniba o crescimento.

Sob condições ambientais favoráveis uma planta adulta de coqueiro gigante emite 12 a 14 folhas por ano, enquanto o coqueiro anão pode emitir 18 folhas no mesmo período (Passos, 1997). Segundo Child (1974), essas folhas permanecem vivas por um período de 36 a 42 meses, apresentando de 25 a 30 folhas por planta. Quando essas condições são desfavoráveis, principalmente por causa de estiagens prolongadas, há uma diminuição do número de folhas por árvore, por causa da redução no ritmo de emissão foliar e da menor longevidade da folha (Passos, 1997). Para Frémond et al. (1975), a

redução do número de folhas na copa, sob condições ambientais desfavoráveis, é causada principalmente pela redução no ritmo de emissão foliar e não pela morte precoce da folha.

As trocas gasosas com o ambiente e a transpiração ocorrem através dos estômatos, localizados na face inferior dos folíolos do coqueiro. Os estômatos abrem-se durante as horas de maior intensidade luminosa, fechando-se ao entardecer, permanecendo assim durante toda a noite (Passos & Silva, 1990). Quanto mais abertos estiverem os estômatos, maior será a transpiração, absorvendo assim mais água e nutrientes, aumentando também a entrada de gás carbônico e a atividade fotossintética (Passos, 1997).

### **2.1.5. Inflorescência**

O coqueiro é uma planta monoica, logo possui órgãos sexuais em flores distintas reunidas numa mesma inflorescência paniculada, axilar, protegida por brácteas grandes, chamadas espatas, que ao completar seu desenvolvimento, de três a quatro meses, abre-se, libertando a inflorescência, que é formada pelo pedúnculo, espigas e flores femininas e numerosas flores masculinas nos dois terços terminais (Passos, 1997).

Cada folha tem em sua axila um esboço floral que se converterá numa inflorescência frutífera, o que irá depender das condições nutricionais e de clima.

A primeira inflorescência pode ser constituída de apenas flores masculinas, sendo as femininas produzidas nas inflorescências posteriores. O número de flores femininas é fortemente influenciado pelo estado nutricional e hídrico da planta, como também sob condições de deficiência hídrica prolongada e/ou desnutrição, poderá não ocorrer desenvolvimento da inflorescência na axila da folha do coqueiro. Dura em torno de um ano a diferenciação das flores femininas e a abertura da espata e um ano também entre esta e a maturação dos frutos.

No coqueiro anão, as flores masculinas e femininas amadurecem aproximadamente ao mesmo tempo, ocorrendo normalmente a autofecundação (Frémond et al., 1975). No entanto, entre as cultivares do coqueiro anão, o nível de autofecundação é variável e ocorre de acordo com a variedade considerada.

Em um pomar de coqueiro, as plantas de melhor produtividade não só se caracterizam por maior número de inflorescência por ano, como também um maior número de flores femininas por inflorescência (Frémond et al., 1966). Algumas variedades produzem menos flores femininas que outras. Com isso, mantém-se sempre um domínio genético, uma mesma variedade possui grande gama de variações. A influência das condições climáticas, tem efeito direto na quantidade de flores femininas por cacho. A diferenciação das flores femininas ocorre de 11 a 12 meses antes da abertura da espata sendo possível relacionar o pequeno número de flores às condições desfavoráveis devido estresse hídrico durante os meses em que ocorria a diferenciação (Frémond et al., 1966). As boas condições nutricionais podem aumentar o número de flores femininas por inflorescência (Siqueira et al. 1997).

Segundo Gutiérrez (1997) alguns países produtores de coco com limitações de área e sem condições favoráveis ao plantio de cana-de-açúcar, como é o caso de pequenas ilhas do Pacífico e Sudeste Asiático, têm na inflorescência do coqueiro uma fonte alternativa para a produção de açúcar, já que, segundo Nathanael (1952), a seiva da inflorescência "Toddy", em estado fresco (não-fermentado), contém de 12 a 15% de sacarose, similar ao teor do caldo de cana-de-açúcar usado na preparação do açúcar. Frémond et al. (1969) cita que cada planta produz aproximadamente 227 litros de seiva, ou seja, 36 kg de açúcar nos oito meses de colheita por ano.

#### **2.1.6. Fruto**

O fruto do coqueiro é, botanicamente, uma drupa, sendo formado por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior o endocarpo (Passos, 1997).

Numa primeira fase de formação do fruto tem-se a fase líquida, que acontece lentamente, depois da fecundação, ocorrendo o enchimento do saco embrionário transformando-se posteriormente na cavidade central, havendo uma formação de deposições pastosas de células que se multiplicam ativamente. A água de coco se encontra no fruto jovem a uma pressão de 5 atm. Ao final desta etapa, por volta do oitavo mês, começa a se formar o albúmen sólido, tendo um princípio gelatinoso, solidificando-se



devido a formação de membranas celulósicas que saem do tegumento seminal (Passos, 1997).

O coqueiro caracteriza-se pela produção escalonada durante todo ano, com variações estacionais. Em média, são colhidos 14 cachos/ano para a variedade de coqueiro anão (Passos, 1997).

## 2.2. Qualidade da água de irrigação

Muito embora a irrigação venha sendo praticada há vários milênios, a importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida a partir do início do século XX (Wilcox & Durum, 1967; Shainberg & Oster, 1978; Araguez Lafarga, 1982). De acordo com Ayers & Westcot (1991), a desatenção a este aspecto se deveu à abundância de fontes de água que, no geral, eram de boa qualidade e de fácil acesso.

A adequação da água para irrigação depende tanto de sua própria qualidade quanto de fatores relacionados com as condições de uso (Wilcox & Durum, 1967). Uma mesma qualidade de água pode ser considerada perfeitamente adequada para um certo tipo de solo ou cultura, mas ser inadequada para outros fins (Hoorn, 1971). A qualidade da água de irrigação pode ser considerada como um importante fator, mas nunca deve ser esquecido que ela é tão somente um dos fatores e que não é possível desenvolver um sistema de classificação universal que possa ser utilizado sob todas as circunstâncias (Logan, 1965; Hoorn, 1971; Yaron, 1973). Já para Frenkel (1984), a água por si mesma não tem qualidade inerente, exceto no contexto para o qual é usada, pois sua adequabilidade depende do que pode ser feito com ela sob condições específicas de uso.

Toda água de irrigação, por melhor que seja, contém certa quantidade de sais. A própria água de chuva já contém certo teor de sais, ainda que insignificante. Portanto, ao adicionar água ao solo, por meio de irrigação, uma certa quantidade de sais está sendo adicionada, em solução aquosa, e através da retirada de água dessa solução pelo sistema radicular, pela ascensão capilar do lençol freático e pela evaporação, a concentração dos sais aumenta no perfil do solo.

Leprun (1983) diz que nas condições do Nordeste Brasileiro, a composição iônica média das diferentes fontes de água é a seguinte:  $Na > Ca > ou < Mg > K$  e

$\text{Cl} > \text{HCO}_3 > \text{SO}_4$ , tendo as águas de açudes e poços uma relação  $\text{Ca/Mg} > 1$ , ao passo que para as de cacimbões e rios, esse valor é menor que 1.

Além das características físico-químicas da água, outros fatores devem ser levados em consideração e analisados em conjunto quando de sua avaliação e recomendação de uso para irrigação. Podendo ser apontados o manejo da irrigação e drenagem, as características do solo, a tolerância das culturas a serem exploradas e as condições climáticas locais (Logan, 1965; Palacios & Aceves, 1970; Rhoades, 1972; Kovda et al., 1973; Christiansen et al., 1977; Frenkel, 1984). A qualidade da água para irrigação nem sempre é definida com perfeição (Bernardo, 1995). Os parâmetros analisados com seus efeitos potenciais sobre a cultura, solo e manejo da irrigação, tornam-se essenciais para que se possa fazer correta interpretação da qualidade de água para irrigação, sendo todos eles necessários para se controlar ou compensar os problemas relacionados com a salinidade.

A condutividade elétrica (CE) é o parâmetro mais empregado para expressar a concentração de sais solúveis na água. A determinação é rápida e tem boa precisão para a maioria das águas (Doneen, 1975). A CE é normalmente expressa em  $\text{dS m}^{-1}$  ou  $\mu\text{S cm}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ .

A sodicidade se refere ao efeito relativo do sódio da água de irrigação tendendo a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), com danos nas suas propriedades físico-químicas, provocando problemas de infiltração. Está amplamente comprovado que valores altos da PST, especialmente sob condições de baixa salinidade, causam a dispersão de partículas com redução na condutividade hidráulica do solo. A razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação é o parâmetro de melhor correlação com a PST do solo.

A toxicidade diz respeito ao efeito específico de certos íons sobre as plantas, afetando o rendimento, independente do efeito osmótico. Em algumas situações, o efeito iônico pode se manifestar na forma de desequilíbrio nutricional (Holanda & Amorim, 1997). Algumas espécies iônicas constituem parâmetros de importância pela toxicidade que podem causar às plantas. Os íons cloreto, sódio e boro quando presentes em concentrações elevadas na água, podem causar danos as culturas reduzindo a produção. A magnitude do dano depende, além da concentração do íon, do tempo de exposição, da

sensibilidade das plantas, do uso da água pelas culturas, do tipo de irrigação, etc (Maas, 1985). Em irrigação por aspersão e sob condições de alta evaporação o problema tende a se acentuar. As culturas arbóreas e plantas lenhosas em geral são sensíveis ao sódio e cloreto (Maas, 1986).

No caso quando a água se destina à irrigação localizada é necessário a inclusão de mais alguns parâmetros prevenindo-se quanto ao entupimento de emissores, como também, quando se utiliza fertirrigação corre-se o risco de interações (reações) químicas dos elementos da solução nutritiva precipitar, aumentar a temperatura no interior da tubulação, redução no pH, etc.

Assim as determinações químicas (analíticas) mais usuais são: acidez, condutividade elétrica; cálcio; magnésio; sódio; potássio; cloreto; sulfato; carbonato; bicarbonato; boro; total de sólidos dissolvidos; relação de adsorção de sódio; percentagem de sódio solúvel; soma de cátions; soma de ânions (Bernardo, 1995; Holanda & Amorim, 1997).

Segundo Rhoades et al. (2000), as condições de equilíbrio não ocorrem na maioria das situações encontradas na agricultura irrigada. Nesse caso, são necessários modelos dinâmicos complexos (Bresler & Hoffmam, 1986; Letey & Dinar, 1986; Bresler, 1987; Letey et al., 1990) para levar em conta todas as variáveis; diante disso, Rhoades et al. (2000), diz que a maioria dos dados de entrada, requeridos por estes modelos, são geralmente indisponíveis para muitas aplicações práticas; existem ainda, muitas incertezas a respeito de como relacionar a resposta das culturas à salinidade e ao potencial mátrico variando no tempo e no espaço, tal como pode ser previsto por tais modelos.

Dessa forma, Rhoades & Loveday (1990) e Rhoades et al. (2000), recomendam um modelo para condições de equilíbrio relativamente simples desenvolvido por Rhoades & Merrill (1976). Seguindo a sequência: (1) prever a salinidade, sodicidade e concentração de íons tóxicos da água do solo em uma zona radicular simulada, resultante do uso de uma determinada água de irrigação de dada composição, aplicada com uma fração de lixiviação especificada e (2) avaliar o efeito deste nível de salinidade (ou concentração iônica) no rendimento da cultura e do nível de sodicidade sobre a permeabilidade do solo. Existe também uma versão deste modelo, com mais sofisticação, em forma de programa computacional, denominado "WATSUIT" (Rhoades, 1977;

Rhoades & Merrill, 1976). Rhoades & Lovaday (1990); Rhoades et al. (2000); Medeiros (1998), recomendam esse modelo para condições de equilíbrio relativamente simples, que avalia a adequabilidade da água para irrigação sob uma condição expressiva de referência (equilíbrio dinâmico), a provável pior situação que resultaria de seu uso.

Medeiros & Gheyi (1994) defendem a necessidade do desenvolvimento de um sistema de classificação de água, próprio para as condições brasileiras, como medida para se ter em irrigação; enquanto isso não ocorre, sugerem que, para classificação quanto a salinidade, seja utilizada a proposição do UCCC (University of California Committee of Consultants) (Frenkel, 1984; Pizarro, 1985; Medeiros, 1998) não optando assim por uma classificação conservadora como a de Richards (1954) e pouco genérica como a de Ayers & Westcot (1991). Já para identificação de sodicidade, toxidez iônica e problemas de infiltração, estes autores são mais convincentes diante das diretrizes apresentadas.

Segundo Bar-Yosef (1991), os níveis de salinidade produzidos pelos fertilizantes é suficiente para ultrapassar os valores tolerados por culturas sensíveis à salinidade, como é o caso da maioria das olerícolas.

Moura (1994), estudando a condutividade elétrica da água de irrigação submetida a diferentes doses de adubos utilizados na fertirrigação, concluiu que para cada  $\text{g l}^{-1}$  de água dos adubos nitrato de potássio, nitrato de amônio, cloreto de potássio, sulfato de potássio e nitrato de cálcio, a salinidade da água era acrescida, respectivamente, em 1,30, 1,48, 1,57, 1,27 e 0,99  $\text{dS.m}^{-1}$ . Com respeito ao sulfato de amônio, a salinidade é incrementada em 2,1  $\text{dS.m}^{-1}$ . Considerando a dosagem média de adubos aplicados em fertirrigação para condições de campo, de 0,4  $\text{g.l}^{-1}$ , conforme recomendação de Pizarro (1990), estes adubos seriam capazes de aumentar a salinidade da água de irrigação em torno de 0,7  $\text{dS.m}^{-1}$ , em média. Então, na avaliação da qualidade da água de irrigação, quando se utiliza fertirrigação, deve considerar-se as concentrações dos adubos.

A avaliação da adequabilidade da qualidade da água para fins de irrigação, é realizada levando-se em consideração os efeitos potenciais sobre o rendimento das culturas e as mudanças nas características do solo (Shainberg & Oster, 1978; Van Hoorn & Van Alphen, 1994).

Allison (1964), Palacios & Aceves (1970), Shainberg & Oster (1978), Ayers & Westcot (1991), outros, apontam como características mais importantes na

avaliação da água de irrigação os seguintes parâmetros: concentração relativa de sódio, concentração dos íons tóxicos e outras características.

Os estudos de Leprum (1983), Costa et al. (1982), Laraque (1989) e Audry & Suassuna (1990) mostram que, no Nordeste brasileiro, as águas normalmente utilizadas nas irrigações apresentam, na maioria das vezes, CE na faixa de 0,1 a 3,0 dS m<sup>-1</sup>.

Estudos apresentados por Costa et al. (1992), Leite (1991) e Medeiros (1992) mostram que a concentração de cloretos nas águas do Nordeste corresponde em geral a 60% do total de ânions e pode ser superior a 70% para águas muito salinas. Segundo Santos (1997) em algumas situações, quando a CE da água for inferior a 0,7 dS m<sup>-1</sup>, a concentração de cloretos pode ser inferior a de bicarbonatos; a concentração de sulfatos dificilmente supera 10% do total de ânions e a concentração de sódio fica acima de 50% do total de cátions, enquanto que o cálcio e o magnésio se equiparam. De forma geral, em torno de 70% das fontes de água avaliadas em Estados do Nordeste foram consideradas de boa qualidade para irrigação (Pereira et al., 1991; Leite, 1991; Medeiros, 1992 e Martins, 1993).

As classificações de Richards (1954), Donnen (1954), Christiansen et al. (1977) e Ayers & Westcot (1991), são as mais citadas. Sendo as de Richards (1954) e de Ayers & Westcot (1991), as mais adotadas.

A classificação de Richards (1954), contém quatro classes de água, obtida a partir da concentração de sais solúveis, expressa em condutividade elétrica, com quatro níveis de sodicidade, a qual se baseia na relação de adsorção de sódio, obtendo-se dezesseis combinações diferentes.

Ayers & Westcot (1991) fundamentaram-se nos efeitos que a qualidade da água pode ocasionar ao solo, através da irrigação, como salinidade, redução na infiltração, toxicidade de íons específicos e outros problemas. Cada problema potencial da água de irrigação, é classificado quanto ao grau de restrição de uso, como: nenhum, ligeiro a moderado ou severo.

Nas áreas irrigadas da zona semi-árida do Nordeste, os teores de sais na água de irrigação, variam bastante de um lugar para o outro e há evidência dessa variação ao longo do tempo, principalmente nos pequenos açudes (Costa & Gheyi, 1984; Audry &

Suassuna 1990). No Rio Grande do Norte existem fontes com níveis elevados de salinidade (Medeiros, 1992; Martins, 1993; Maia, 1996) disponíveis para irrigação. Na chapada do Apodi, mais especificamente, existem duas fontes de água subterrânea: poços profundos do arenito Assu – água de baixa salinidade, mas com alto custo para sua obtenção e poços rasos, tem sido comum os irrigantes da região substituírem parte da água boa pela água mais salina dos poços rasos. Em regiões costeiras, as fontes de água superficiais podem tornarem-se salinas devido à influência das marés. Conforme as altas marés se movem em direção às áreas costeiras, a água do mar se move pelos córregos e canais de drenagem, em direção às terras interiores, esta migração rio acima pode alterar significativamente a qualidade de água nos rios (Rhoades, 2000). A questão é saber quanto o incremento na salinidade da água pode diminuir o rendimento das culturas exploradas.

### **2.3. Acúmulo de sais sobre o solo**

As fontes originais dos sais são os minerais primários, encontrados no solo e nas rochas, após sofrerem dissolução ou intemperização (Richards, 1954; Daker, 1984). Segundo Ayers & Westcot (1991), os sais são facilmente transportados pela água da chuva ou da irrigação, depositando-se e acumulando-se no solo.

Os sais solúveis encontrados nos solos salinos, em maiores proporções, são compostos de cálcio, magnésio e sódio, na forma de cloretos e sulfatos, encontrando-se com menor frequência compostos de potássio, carbonato e bicarbonatos, ou seja, os mesmos presentes na água (Richards, 1954; Daker, 1984).

Os solos salinos são formados pelo acúmulo de sais solúveis resultantes da intemperização de minerais primários que, ao serem transportados pela água e sofrerem o processo de evapotranspiração, ficam concentrados na superfície do solo (Zylstra & Salinas, 1979). Segundo Cruciani (1987), no processo de intemperização química, que implica em hidrólise, hidratação, dissolução, oxidação e carbonatação, os constituintes são liberados gradualmente em estados mais solúveis. Varallyay & Szabolcs (1974) ressaltam a importância da água subterrânea no processo de salinização, devido acumular nas áreas baixas os produtos intemperizados solúveis, provenientes de áreas de maior altitude, além de transportar os sais solúveis com a elevação do lençol freático das camadas profundas para horizontes superficiais e impedir a lixiviação dos sais derivados da intemperização

e/ou da água de irrigação. Os sais são originados dos minerais primários encontrados no solo e nas rochas, após sofrerem dissolução e intemperização. Os sais são transportados pelas águas e depositados nos solos, onde se acumulam a medida que a água se evapora ou é consumida pelas culturas, dando origem ao processo de salinização, que caracteristicamente é mais intenso nas áreas áridas e semi-áridas, devido aos fatores edafoclimáticos (Richards, 1954; Pizarro, 1978; Daker, 1988; Ayers & Westcot, 1991).

As causas que influenciam a salinização dos solos irrigados são elevação do lençol freático, causado por volumes excessivos de água aplicados nas irrigações e por drenagem deficiente, vazamento nos canais de distribuição, uso de águas com alta concentração salina e acúmulo de água de irrigação em locais baixos e com baixa permeabilidade (Barrios, 1976). Para Primavesi (1980), as razões principais da salinização dos solos são a irrigação mal conduzida, destruição da vegetação nativa, inexistência ou manutenção deficiente do sistema de drenagem e manejo inadequado do solo e da água; enquanto Chapman (1975), afirma que irrigações em solos com baixa infiltração, localizados em regiões com alta evaporação, ventos contínuos e baixa precipitação anual, contribuem sensivelmente para o processo de salinização dos solos. Medeiros (1998), diz ainda, que para se estabelecer a fração de lixiviação necessária para controle da salinidade do solo irrigado, precisa-se conhecer com exatidão a evapotranspiração real da cultura.

É importante esclarecer que embora a intemperização dos minerais primários seja a fonte principal e direta de todos os sais presentes no solo (Richards, 1954), são raros os exemplos em que esta fonte de sais tenha provocado diretamente problemas relacionados com a salinidade do solo. Os problemas de salinidade têm sido associados com a água utilizada na irrigação, com a drenagem inadequada e com a presença de águas sub-superficiais, ricas em sais solúveis, a pouca profundidade. Além disso, a salinização, pode ser causada pela ação dos ventos, das chuvas e das inundações marítimas (Alphen & Verhoeven, 1983).

O excesso de sais na zona radicular tem em geral um efeito deletério no crescimento das plantas que se manifesta por uma equivalente redução na taxa de transpiração e crescimento. A excessiva salinidade reduz o desenvolvimento devido ao aumento de energia que precisa ser despendida para absorver água do solo e ao ajustamento bioquímico necessário para sobreviver sob estresse (Rhoades et al., 2000). A salinidade afeta mais diretamente o potencial osmótico da relação solo-água-planta. O

acumulo de sais no solo depende da qualidade da água de irrigação, das propriedades do solo e, principalmente, das condições de drenagem e do balanço de água e sais no subsolo. Segundo Daker (1984) ligeiras diferenças na textura do solo podem provocar um movimento desigual na distribuição de água nas camadas do solo, acarretando sua desuniformidade na acumulação de sais ao longo do perfil.

O efeito dos sais no solo ocorre basicamente pela interação eletroquímica entre os cátions e as argilas. A característica principal deste efeito é a expansão da argila quando úmida e a contração quando seca, devido o excesso de sódio trocável. Se a expansão for exagerada pode ocorrer a fragmentação das partículas causando a dispersão da argila, modificando a estrutura do solo (Lima, 1997).

A permeabilidade do solo está intimamente relacionada com a concentração de sais na água e com a porcentagem de sódio trocável (PST) no solo. Concentração de sal de ordem de  $3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  em solo com PST maior que 12 provoca uma redução na condutividade hidráulica do solo por dispersar a argila; efeito similar ocorre com água destilada em solo com PST entre 1 e 2 (Shainberg et al., 1981 e Sumner, 1992). Por esta razão, Shainberg et al. (1981) afirmam que o efeito prejudicial do sódio é mais evidente durante a estação chuvosa do que durante a irrigação. Portanto, Holanda (1996) recomenda que medidas preventivas devem ser tomadas visando amenizar o efeito dispersivo causados pela água de chuva.

Solos afetados por sais podem continuar sendo produtivos, desde que seja adotado um manejo eficiente da irrigação. É importante encarar a salinidade como um processo essencialmente dinâmico e não como um parâmetro estático, onde a composição da água de irrigação e conseqüentemente da solução do solo é tão importante quanto a sua concentração.

Na irrigação com água salina é imprescindível a existência de boa drenagem para eliminação dos sais lixiviados. A prática da irrigação sem uma drenagem adequada tem sido uma das causas da salinização de muitas áreas (Bernardo, 1995).

A informação básica requerida para as decisões de manejo onde a salinidade está presente, inclui saber como as culturas respondem à salinidade e aos íons tóxicos e o efeito dos sais na infiltração da água no solo (Medeiros, 1998). Segundo Hoffman et al. (1992), dependendo da situação, devem ser consideradas, informações sobre os efeitos de



determinados fatores ambientais como temperatura, umidade e poluição do ar; além do risco de umedecimento do dossel das plantas pela aspersão; as mudanças na tolerância à salinidade nos vários estádios de crescimento da cultura e a corrosão de equipamentos.

As alterações das propriedades físicas e químicas dos solos irrigados depende da qualidade, das propriedades do solo e, especialmente, das condições de drenagem e do balanço de água e de sais no subsolo (Helweg et al., 1980). Pizarro (1978) e Ayers & Westcot (1991), consideram que a água de irrigação é o principal fator da salinidade do solo tanto pelo transporte e acúmulo de sais como, também, pela presença de lençol freático mais próximo da superfície que, segundo Suarez (1992), na maioria das vezes, é causada pelo excesso de água aplicada.

Richards (1954) e Pizarro (1978) afirmam que, no processo de concentração de sais no solo, em virtude da precipitação de carbonatos de cálcio e de magnésio, bem como de 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, causando problemas de impermeabilização que, segundo Pereira (1977) e Daker (1988), prejudicam o desenvolvimento radicular das plantas. De acordo com Scaloppi & Brito (1986) a presença de carbonatos e bicarbonatos, também afeta a permeabilidade do solo, sendo, por essa razão, interessante avaliar seus teores na água de irrigação. Para Rhoades et al. (2000), soluções do solo compostas de altas concentrações salinas ou de sais predominantes de cálcio e de magnésio são conducentes para boas propriedades físicas do solo, ao contrário de baixas concentrações de sais e relativamente altas proporções de sódio. Os solos sódicos, ou seja, com excesso de sódio trocável, apresentam problemas de permeabilidade e qualquer excesso de água causará encharcamento na superfície do solo, impedindo a germinação das sementes e o crescimento das plantas por falta de aeração (Gheyi et. al., 1992).

#### **2.4. Efeito da salinidade sobre as plantas**

A salinidade excessiva reduz o crescimento da planta, por causar aumento no dispêndio de energia para absorver água do solo e realizar os ajustes bioquímicos necessários para sobreviver em condições de estresse e esta energia é desviada dos processos que conduzem ao crescimento e à produção (Rhoades et al., 2000).

No reconhecimento de uma área cultivada, afetada pela salinização, pode-se observar desuniformidade, plantas definhadas, manchas desnudas e grande variação no crescimento geral, resultando em baixa produção por unidade de área (Daker, 1984).

Culturas que são expostas às condições de alta salinidade por tempo prolongado, apresentam sintomas de escassez de água, apresentando por isso efeitos como paralisação do crescimento, danos nas folhas, necroses ou danos nos tecidos (Ayers & Westcot, 1991).

Os sais presentes na solução do solo podem afetar o desenvolvimento das plantas através do seu efeito osmótico, reduzindo e/ou impedindo a absorção de água, e do efeito químico direto dos sais, alterando a estrutura, permeabilidade e aeração do solo (Santos, 1990).

Ryan et al. (1975) verificaram que a percentagem de germinação em gramíneas foi influenciada pela concentração dos sais e pela natureza dos íons da solução salina.

Os sais podem modificar as propriedades físicas do solo (estrutura, condutividade hidráulica e aeração), influenciando de forma indireta no rendimento das culturas (Ayers & Westcot, 1991).

Segundo Strogonov (1964), o efeito prejudicial da toxicidade de sais no desenvolvimento das culturas é variável, dependendo do tipo e da concentração dos íons envolvidos, além da espécie ou variedade vegetal. Para Ayers & Westcot (1991), a magnitude dos danos depende não apenas da quantidade de íons absorvida, mas também da sensibilidade das plantas, de modo que certos íons tóxicos, mesmo em pequenas concentrações, podem causar danos às culturas mais sensíveis.

De acordo com Bernstein (1975), a toxicidade de íons específicos está comumente associada a espécies lenhosas e resultam de concentrações excessivas de sódio e cloreto.

A toxicidade por cloreto, sódio e borato são as causas mais comuns de íons específicos, segundo Allison, (1964); Meiri & Shavelhet (1973), Ayers (1977) e Ayers & Westcot (1991); todavia, outros íons, quando em concentrações suficientemente elevadas podem ser igualmente tóxicos, como por exemplo, bicarbonato e carbonato, sulfato, cálcio,

magnésio, potássio, nitrato e lítio (Eaton, 1942; Thorne & Peterson, 1954; Allison, 1964; Black, 1975; Epstein, 1972; Meiri & Shalevet, 1973; Bernstein, 1974; Bresler et al, 1982; Bohn et al, 1985; Rhoades & Loveday, 1990).

Os sintomas de toxicidade também podem se manifestar quando as folhas, ao serem molhadas durante a aplicação de água por aspersão, absorvem íons tóxicos (Maas, 1985); sendo que o sódio e o cloreto são os principais íons absorvidos por via foliar e a toxicidade, tanto de um deles quanto de ambos, pode causar problemas para as culturas sensíveis, como os citros (Ayers & Westcot, 1991).

Segundo Meiri & Shalevet (1973), os níveis tóxicos destes íons diferem consideravelmente entre as plantas, e são mais altos para o cloreto e mais baixos para o boro. A acumulação de níveis excessivamente elevados de íons nas folhas das plantas resulta na morte de células e necroses (Pearson, 1960; Wilcox, 1960; Meiri & Shalevet, 1973).

Os danos causados na folha pelo boro resumem-se à manchas amarelas ou secas, principalmente nas bordas e no ápice de folhas velhas (Ayers & Westcot, 1991). Assim como boro, o excesso de sódio resulta em danos principalmente nas folhas mais velhas, como queimaduras ao longo das bordas que podem espalhar-se até o centro da folha causando necroses. Segundo Biggar (1984), os sintomas aparecem nas plantas sensíveis quando a concentração do sódio atinge 0,25% (base em peso seco). Quanto ao cloreto, os primeiros sintomas deste íon evidenciados pelas plantas, são a queimadura do ápice da folhas, que em estágios avançados, atingem as bordas e promove a queda prematura das mesmas. Segundo Biggar (1984), nas culturas sensíveis, os sintomas aparecem quando a concentração de cloreto na folha atinge 0,5%.

O solo pode afetar a produção de uma cultura através de três fatores primários: a) disponibilidade de água; b) disponibilidade de nutriente; c) condições físicas. Um quarto fator, excesso de sais, pode estar presente devido ao acúmulo de compostos químicos no solo, que são inibidores do desenvolvimento da planta. Nas regiões áridas e semi-áridas, onde os acúmulos de sais de sódio são mais freqüentes, este pode ser o principal fator a considerar (Hayward & Wadleigh, 1949).

Segundo Klar (1984), as plantas desenvolvidas em solos salinos são menores e apresentam coloração mais escuras em decorrência de possuírem alto teor de

clorofila e cutícula mais espessa. Ocasionalmente, ocorrem manchas de coloração marrom, mosqueamento e amarelecimento (clorose) nas folhas. Internamente, há modificações morfológicas, a espessura das paredes celulares é aumentada e a proporção de vasos condutores é diminuída. Por outro lado, os trabalhos desenvolvidos por Bernstein (1961) mostram que a transpiração por unidade de área foliar não é modificada.

De acordo com Brady & Buckman (1983), quando uma solução contendo quantidade razoavelmente grande de sais dissolvidos é posta em contato com uma célula vegetal, haverá contração do revestimento protoplasmático. Esta ação é denominada plasmólise e aumenta com a concentração de sal na solução. O fenômeno é devido ao movimento osmótico da água que passa das células para a solução do solo mais concentrada o que leva a célula a entrar em colapso. A natureza dos sais, a espécie e as próprias características do vegetal, entre outros fatores, determinam a concentração crítica para cada espécie.

Sepaskhan & Boersma (1979) afirmam que a diminuição do potencial hídrico do solo (matricial + osmótico) resultou numa redução do desenvolvimento da parte aérea das plantas de trigo, enquanto Thomas (1980), relata o decréscimo no desenvolvimento e produção do algodoeiro resultante do déficit de água imposto osmoticamente pela composição iônica do meio.

Pessarakli & Tucker (1988) afirmam que em tomateiro a produção de matéria seca diminui, significativamente, com a redução da absorção de água.

Com o decréscimo na disponibilidade de água do solo, o índice de área foliar máxima é menor e ocorre mais cedo, em virtude da senescência precoce das folhas, isto influi diretamente na produção de grãos, pois ela é altamente correlacionada com a duração da área foliar (Stone et al, 1988).

Helmann citado por Alvin (1973), considera como provado, o fato das plantas suportarem em todas as fases de desenvolvimento potenciais osmóticos muito mais baixos em soluções fisiologicamente equilibradas, ressaltando ainda a importância da relação potássio/sódio, segundo ele, responsável em muitos casos de êxitos na rega com água salina, verificados no Estados Unidos, Espanha, Itália, Argélia, Tunísia, Rússia, Israel e outros.

A redução da permeabilidade das raízes, causada pelo excesso de sais no solo, promove uma maior resistência hidráulica. Mesmo que os potenciais internos sejam menores que os externos, a taxa de absorção de água pode ser suficientemente baixa ocasionando a diminuição da pressão de turgescência das células das folhas (Kramer, 1969).

Nieman (1965), relata que a respiração da folha tende a aumentar em cultivos desenvolvidos em ambiente salino. No entanto, Boyier (1965) através de estudos observou que plantas que crescem nestes meios diminuem a respiração.

Chavan & Karadge (1980), estudando os efeitos do NaCl e do Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, constataram que os mesmos em concentrações elevadas, reduzem o crescimento da raiz, parte aérea e matéria seca, em todas as partes dos vegetais.

A energia necessária para absorver água de uma solução do solo salino é adicional à energia requerida para absorver água de uma solução de solo sem sais. Este efeito cumulativo faz com que a disponibilidade de água para a cultura diminua à medida em que a salinidade aumenta. Por isto, os efeitos de estiagem e de salinidade são praticamente os mesmos e provocam estado de escassez de água na planta e redução de seu crescimento. No entanto, os efeitos conseqüentes, tais como paralisação do crescimento, danos nas folhas e necroses ou danos nos tecidos, aparecem depois que as culturas têm sido expostas às condições de alta salinidade por tempo prolongado (Ayers & Westcot, 1991).

## **2.5. Efeito dos sais na qualidade da produção**

Informações dos efeitos da salinidade da água e/ou do solo na qualidade de produção são ainda muito escassas, embora tais efeitos sejam aparentes e tenham sido notados sob condições de campo; em geral, a salinidade do solo, tanto a causada pela irrigação com água salina como pela combinação dos fatores água, solo e manejo das culturas, pode resultar em redução na produção, mudanças de cor e aparência e mudanças na composição do produto (Rhoades et al., 2000).

Shalhevet et al., (1969) relataram redução no tamanho de sementes em amendoim, começando em solo com nível de salinidade de 3,0 dSm<sup>-1</sup>, porém houve

aumento no conteúdo de óleo, 48,9 a 50,2 % nas sementes com o aumento da salinidade, de 1,74 a 3,16 dSm<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para tomate, foi relatado (Shalhevet & Yaron, 1973) que, para valores de condutividade elétrica no extrato de saturação (CEes) acima de 2,0 dSm<sup>-1</sup>, cada aumento de 1,5 dSm<sup>-1</sup> causou, em média, redução de 10 % na produção. O decréscimo na produção foi devido à redução no tamanho e no peso dos frutos e não à redução no seu número; entretanto, houve um aumento marcante nos sólidos solúveis no extrato, que pode ser um importante critério para produção de polpa de tomate. Se os processadores comprarem o tomate com base no conteúdo de sólidos totais, não serão penalizados economicamente pela salinidade no limite de 6,0 dSm<sup>-1</sup> de CEes. O pH médio do suco foi de 4,3 com diferenças não apreciáveis entre tratamentos. Frutos oriundos de tratamentos de alta salinidade foram menos sujeitos a danos e o número de frutos estragados foi menor.

Meiri et al. (1981) relataram que aumentos de salinidade reduzem o tamanho do fruto de melão (*Cucumis melo*) mas o amadurecimento foi acelerado pela salinidade. Bielora et al. (1978) afirmaram que a produção de pomelo diminuiu com o aumento da concentração de íons cloreto e que a redução da produção foi causada mais pela redução no tamanho e peso dos frutos. Os efeitos da salinidade na qualidade das frutas foram semelhantes àqueles causados por estresse hídrico. Comparando-se altos e baixos níveis de salinidade, constata-se aumento de sólidos solúveis e acidez titulável no suco, mas sem diferenças na sua composição. Rhoades et al. (1989) obtiveram melhoria na qualidade do trigo, melões e alfafa, com o uso de água salina de drenagem na irrigação.

Santos (1997), relata que a produção da bananeira nanica foi reduzida em 24,6; 32,5 e 36,7% em relação à testemunha (CE 0,5 dSm<sup>-1</sup>), quando utilizou-se água de irrigação com CE de 1,5; 2,0 e 2,5 dSm<sup>-1</sup>, respectivamente, que o número de frutos por cacho, comprimento e diâmetro de fruto médio foram reduzidos em até 17,5% em função da salinidade da água de irrigação, porém a qualidade do fruto, avaliada em termos de °Brix e de pH, não foi afetada por níveis de salinidade.

Segundo Medeiros (1998), trabalhando com pimentão, o número de frutos foi o componente de produção mais prejudicado pela salinidade, tendo contribuído para a diminuição da produção total e comercial obtida durante todo ciclo cultural, respectivamente, em 57 e 78% para salinidade da água de irrigação de 2,54 e 4,45 dSm<sup>-1</sup>,

respectivamente, em relação a menor salinidade ( $1,29 \text{ dSm}^{-1}$ ). O peso médio de frutos foi afetado apenas nas últimas quatro colheitas, de nove realizadas, período este que aumentou a incidência da podridão estilar, principalmente nos tratamentos que receberam água mais salina.

## **2.6. Tolerância das plantas à salinidade**

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos aceitáveis à níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença deve-se a 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 das culturas mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo ao nível de tolerância das plantas que se cultivam (Ayers & Westcot, 1991). O clima é o fator que mais afeta a tolerância aos sais; muitas culturas podem tolerar grande estresse salino se o tempo for frio e úmido, em vez de quente e seco, e também a produção é mais reduzida por efeito da salinidade quando a umidade da atmosfera é baixa (Rhoades et al., 2000).

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

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

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

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

Existem duas maneiras de se minimizar os problemas decorrentes da salinidade, uma é adotar práticas adequadas de manejo de solo e água para evitar ou reduzir ao máximo o acúmulo de sais no perfil do solo, e com isso proteger as plantas, ou seja, melhorar o solo para a adaptação das plantas e outra seria selecionar adequadamente as culturas ou cultivares que possam produzir economicamente sob condições salinas.

Sob determinadas circunstâncias, entretanto, em que a água disponível para irrigação é salina, a profundidade do lençol freático é rasa, a infiltração do solo é deficiente, ou ainda, a drenagem não pode ser melhorada o suficiente para evitar a formação de sais no solo, torna-se difícil ou antieconômico manter um nível de salinidade aceitável para a cultura em exploração.

Nestes casos, a única alternativa viável, que representa uma parte essencial do manejo bem sucedido de solos afetados por sais, é a seleção criteriosa de culturas que sejam, ao mesmo tempo, mais tolerantes à salinidade, assim como possam produzir economicamente (Richards, 1954; Bernstein, 1958; Carter, 1975; Follett et al, 1981; Fageria et al, 1981; Dahiva et al, 1983; Maas, 1984; Ayers e Westcot, 1991; Fageria, 1989).



Segundo Richards (1954), a tolerância de uma espécie ou cultivar à salinidade, pode ser avaliada de três maneiras: i) A tolerância pode ser considerada como a capacidade de sobrevivência da planta sob condições de elevada concentração salina. Uma espécie em alta concentração de sal, pode crescer pouco ou não crescer, embora permaneça viva. Assim, a capacidade de sobrevivência de uma planta, quando submetida a aumentos crescentes de salinidade, é uma medida de tolerância à salinidade. ii) A tolerância à salinidade pode ser considerada do ponto de vista da capacidade produtiva da planta, quando sujeita a um dado nível de salinidade. Por exemplo, algumas cultivares de uma mesma espécie podem ser testadas em um solo contendo um certo nível de salinidade, e a cultivar mais produtiva pode ser considerada a mais tolerante. Este critério é largamente utilizado pelos pesquisadores, pela sua importância agrônômica, para comparar o comportamento de cultivares de uma mesma espécie. iii) Compara-se o comportamento, em termos de produção relativa, de uma planta ou cultivar submetida a um certo nível de salinidade com o seu comportamento em solo não salino. Neste caso, a tolerância pode ser avaliada em relação ao baixo, médio e alto níveis de salinidade. Este é o método mais vantajoso porque a comparação entre espécies é mais rapidamente avaliada.

### 2.6.1. Determinação dos valores de tolerância

O nível máximo de salinidade média da zona radicular que pode ser tolerado pelas plantas, sem afetar negativamente seu desenvolvimento, é a salinidade limiar (SL). A esta salinidade, o rendimento potencial das culturas é 100%. A salinidade limiar é expressa em termos da condutividade do extrato de saturação.

A relação linear entre a salinidade e os rendimentos, desenvolvida por Mass & Hoffman (1977), é representada pela seguinte equação:

$$y = 100 - b (CEes - SL)$$

Onde:  $y$  = Rendimento potencial em termos relativo (%); CEes = Salinidade do extrato de saturação (dS/m); SL = Salinidade limiar da cultura (dS/m); e  $b$  = Diminuição (%) do rendimento por aumento unitário de salinidade acima do valor de SL.

Os valores de CEes, exceto os relacionados com os 100% do rendimento potencial, têm-se calculado, reorganizando a equação de rendimento potencial da seguinte maneira:

$$CEes = \frac{100 + b.SL - y}{b}$$

O valor de “b” pode ser determinado a partir da seguinte expressão:

$$b = \frac{100}{CEes \text{ a } 0\% \text{ de rendimento} - CEes \text{ a } 100\% \text{ de rendimento}}$$

### 2.6.2. Mecanismo de tolerância das plantas à salinidade

As plantas tolerantes à salinidade são designadas como plantas halófitas e sua tolerância pode atingir até cerca de 15 g/l de cloreto de sódio, equivalente à metade da concentração da água do mar. Essas plantas absorvem, por exemplo, o cloreto de sódio em altas taxas e o acumulam em suas folhas para estabelecer um equilíbrio osmótico com o baixo potencial da água presente no solo. Este ajuste osmótico se dá com o acúmulo dos íons absorvidos nos vacúolos das células das folhas, mantendo a concentração salina no citoplasma em baixos níveis de modo que não haja interferência com os mecanismos enzimáticos e metabólicos e com a hidratação de proteínas das células. Esta compartimentação do sal é que permite, segundo Lauchi & Epstein (1984), às plantas halófitas viverem em ambientes salino.

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

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

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

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

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

#### **2.6.2.1. Mecanismo morfológico**

À medida que a concentração salina aumenta acima de um limite tolerável, a taxa de crescimento e o tamanho final da maioria das espécies de plantas diminuem progressivamente (Maas & Hoffmann, 1977). Assim, um dos principais efeitos negativos da salinidade é, sem dúvida, o aumento da resistência à absorção de água pelas raízes das plantas (Hayward & Spurr, 1943).

Por outro lado, o mais evidente mecanismo da tolerância à salinidade é a adaptação morfológica das plantas. Portanto, nas espécies tolerantes ocorrem alterações morfológicas e anatômicas para superar a deficiência hídrica (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1984; Fageria, 1989).

Entretanto, nem todas as partes da planta são igualmente afetadas pela salinidade (Maas & Hoffman, 1977), bem como essas adaptações variam tanto de espécies para espécies como de cultivar para cultivar (Fageria, 1984; Fageria, 1989).

A mudança de estrutura inclui redução do tamanho e número de folhas; diminuição do número de estômatos e alteração na sua distribuição nas folhas; aumento na grossura da cutícula foliar; diminuição da diferenciação e do desenvolvimento do tecido vascular (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1984; Fageria, 1989).

Além do mais, a salinidade frequentemente inibe menos o crescimento das raízes do que o da parte aérea, resultando numa menor relação parte aérea/raiz (Eaton, 1942; Bernstein & Pearson, 1954; Meiri & Poljakoff-Mayber, 1970; Maas et al, 1972; Maas & Hoffman, 1977; Shannon, 1979; Fageria, 1984; Fageria, 1989). Com isso, aumenta a capacidade de absorção de água da planta e diminui a taxa de transpiração (Fageria, 1984; Fageria, 1989). Viana (2000) e Carneiro (2001), o primeiro trabalhando com alface e o segundo com cajueiro anão precoce, constataram que o crescimento absoluto da parte aérea, em fase de “muda”, diminuiu linearmente com o aumento da salinidade.

Segundo Fageria & Gheyi (1997), uma das maneiras de avaliar as características morfológicas é baseada na resposta das folhas da cultivar em dado nível de salinidade. Baseando-se nas folhas mortas, os genótipos podem ser classificados como tolerantes, moderadamente tolerantes ou moderadamente susceptíveis e susceptíveis.

#### **2.6.2.2. Mecanismo fisiológico**

O efeito geral dos sais na transpiração e no crescimento da cultura é de natureza predominantemente osmótica e, conseqüentemente, relacionado muito mais à concentração total que à concentração de constituintes específicos; geralmente, esses efeitos são evidenciados pela redução da transpiração e, proporcionalmente, pelo atraso no crescimento, pela menor produção das plantas e com menos e menores folhas (Rhoades et al., 2000).

A seleção baseada nos parâmetros fisiológicos pode obter mais sucesso no desenvolvimento de cultivares para tolerância à salinidade. Alguns trabalhos de revisão publicados neste sentido (Lauchli & Epstein, 1990; Noble & Rogers, 1992) mostram que vários mecanismos de tolerância são envolvidos. Ainda mais, a importância relativa de muitos mecanismos varia entre espécies de plantas (Rush & Epstein, 1981) e entre

cultivares da mesma espécie (Yeo & Flowers, 1983). Alguns parâmetros fisiológicos de avaliação, como acumulação e exclusão de íons e ajustamento osmótico, são mais importantes.

As halófitas acumulam certos íons inorgânicos em altas concentrações e se utilizam deles para manter o potencial osmótico de tecidos abaixo do potencial externo. Em muitas alicofíticas, a diferença entre cultivares tolerantes à salinidade é associada ao baixo teor de absorção e à acumulação de  $\text{Na}^+$  ou  $\text{Cl}^-$  em toda a planta ou na parte aérea. Neste caso, a tolerância é relacionada ao mecanismo de exclusão de íons. Lauchli (1984) observou que a maioria das leguminosas responde à salinidade pela exclusão de sais das folhas. Tolerância à salinidade por soja, alfafa e trigo é também relacionada à exclusão de  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  na parte aérea (Noble & Rogers, 1992). Assim, a seleção destas espécies na base de exclusão de  $\text{Na}^+$  ou  $\text{Cl}^-$  pode ser um bom critério (Fageria & Gheyi, 1997).

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

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

Segundo Fageria & Gheyi (1997), é possível que o mecanismo mais importante para regular o potencial osmótico seja a absorção seletiva de íons. Plantas tolerantes possuem capacidade de adquirir nutrientes essenciais na solução salina em que a concentração de íons não-essenciais (tóxicos) é muito maior que a de íons essenciais. Por exemplo, a concentração de  $\text{Na}^+$ , em solução de solos salinos, é maior que a de  $\text{K}^+$ .

Entretanto a relação Na/K, em plantas que crescem neste tipo de solo, é aproximadamente um ou menos. Esta alta especificidade para absorção de  $K^+$  está presente em várias espécies de plantas (Pitman, 1970, citado por Fageria & Gheyi, 1997).

Entre as halofíticas, a classe das eualofíticas, ajusta-se ao ambiente salino pela acumulação de uma grande quantidade de sal, geralmente NaCl (Waisel, 1972). Estas plantas possuem mecanismo de adaptação para alta concentração de sais pelo aumento de succulência, pelo acúmulo em partes menos sensíveis, pela secreção do excesso de sais de seus órgãos, ou por várias combinações deste mecanismo (Fageria & Gheyi, 1997).

## **2.7. Pesquisas com o coqueiro em condições de salinidade**

Considerando que a zona litorânea apresenta uma certa reserva de água doce no lençol freático e uma grande disponibilidade de água do mar e de água salgada nos rios, Silva Júnior (1994), sem desprezar os efeitos fisiológicos sobre a cultura do coqueiro, afirmou que, em solos arenosos e onde a disponibilidade de água de boa qualidade é restrita, as aplicações de água salgada podem evitar a perda de plantas durante as fases jovem e adulta.

Pomier & Brunin (1974), estudando o efeito da irrigação sobre a produção de um coqueiral plantado em areia grossa irrigado com água cuja salinidade era a metade daquela da água do mar, concluíram que tal procedimento não fora prejudicial ao coqueiro cultivado naquele tipo de solo, tendo, ao contrário, contribuído significativamente para o aumento da produção. Os mesmos autores consideraram o sistema de irrigação por gotejamento mais adaptado àquela situação, pelo fato de reduzir a concentração de sais dentro do bulbo molhado, formado no solo pelos gotejadores.

Costa et al. (1986) estudaram os efeitos da aplicação da água salina na irrigação de plantas jovens de coqueiro, a partir da diluição de água salina coletada próximo à foz de rio que sofre influência da água do mar trabalhando com concentrações entre 7,5 e 15,0 g L<sup>-1</sup> de sais, esses autores observaram que as plantas irrigadas com água salina apresentaram reduzido número de folhas vivas e menor circunferência do coleto em relação àquelas irrigadas com água de boa qualidade. Quanto ao sistema radicular, houve maior produção de raízes absorventes (terceárias) no tratamento com água de menor

salinidade e maior produção de raízes primárias mais espessas nos tratamentos com água salina. Após 5 meses conduzindo o experimento com diferentes concentrações salinas, todas as plantas foram irrigadas com água de menor salinidade, sendo possível constatar que as plantas do tratamento irrigado com água com  $7,5 \text{ g L}^{-1}$  de sais recuperaram-se totalmente em relação às folhas vivas e à circunferência do coleto. Em todos os tratamentos, quando houve redução na concentração de sais as plantas voltaram a absorver água normalmente, mantendo semelhante o potencial hídrico das folhas.

Segundo Souza et al. (1997), o nutriente cloro é altamente exigido pelas plantas da família *Palmae* (*Arecaceae*). Normalmente, nessa família, o cloro em quantidade acumulada apresenta valores comparado aos do cálcio, sendo mais absorvido do que fósforo, magnésio e enxofre. Quanto a quantidade exportada, o mesmo é superado apenas pelo nitrogênio e pelo potássio. Sua importância é tão significativa, que certos autores o consideram como macronutriente para algumas palmeiras e não como micronutriente, como ele é classificado nos manuais de nutrição de plantas. Sua importância está relacionada com o crescimento da planta, maior quantidade de frutos, melhor qualidade dos frutos, atuando no processo de abertura e fechamento dos estômatos, estresse hídrico e na tolerância a doenças (Souza et al. 1997). Quando o plantio de coco é feito próximo a região litorânea, não há necessidade de se preocupar com a adubação clorada, pois o mar é a maior fonte desse nutriente e conseqüentemente, as plantas se beneficiam dessa proximidade (Souza et al. 1997). Porém, em plantios mais afastados do litoral, o nutriente cloro passa a desempenhar um papel extremamente importante em termos nutricionais. Salienta-se também, que existem poucas pesquisas com palmeiras no Brasil, principalmente quando se refere a parte nutricional.

Segundo Marinho et al. (2000), o coqueiro anão verde durante a fase de formação das mudas, é tolerante a um nível de  $20 \text{ dSm}^{-1}$  de CE da água de irrigação, porém plântulas irrigadas com águas de  $15$  e  $20 \text{ dS m}^{-1}$  apresentaram crescimento e desenvolvimento menor em relação as plantas irrigadas com águas de menor CE ( $2,2$ ,  $5,0$  e  $10,0 \text{ dSm}^{-1}$ ), sendo a área foliar e o peso da matéria seca das folhas as partes mais atingidas com a salinidade.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e caracterização da área experimental**

O trabalho foi conduzido no período de 08 de janeiro de 2000 a 31 de março de 2001, no campo experimental do Jiqui da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), localizado no município de Parnamirim-RN, situado nas coordenadas geográficas de 5° 46' de Latitude Sul e 35° 12' de Longitude Oeste a 18m de altitude. Segundo classificação de Wilhelm Koeppen, o clima de Parnamirim é do tipo As', ou seja, tropical chuvoso, com verão seco e estação chuvosa se adiantando para o outono. A Figura 1 mostra a localização da área experimental na Fazenda do Jiqui.



Figura 1. Vista da área experimental na fazenda do Jiqui.



### 3.2. Características do solo

O solo do Jiqui é classificado como Areia Quartzosa de textura arenosa, sem problemas de salinidade, cujas características químicas e físicas, iniciais, constam na Tabela 2. As análises foram realizadas no Laboratório de Água, Solo e Planta da EMPARN-Caicó, RN, seguindo metodologia proposta por Richards (1954) e EMBRAPA (1979).

Tabela 1. Características\* químicas e físico-hídricas do solo da fazenda do Jiqui no município de Parnamirim, RN.

Prof.	Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )			Classe Textural	C.C. ----(kPa)----	PMP	Dg (g cm <sup>-3</sup> )		
	Areia	Silte	Argila						
0-30	956	43	0	Arenoso	0,05	0,01	1,6		
30-60	957	42	0	Arenoso	0,04	0,01	1,6		
60-90	956	43	0	Arenoso	0,05	0,01	1,6		
Fertilidade	Al	Ca	Mg	Na	K	P	pH	CEes	M.O.
	----- (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) -----			----- mg kg <sup>-1</sup> -----				dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
	0,04	0,67	0,14	12,67	13,50	16,38	5,90	0,3	12,79

\* Dg = Densidade global; CEes = Condutividade elétrica no extrato de saturação; PPM = Ponto de murcha permanente (Ψm=-15 kPa); C.C. = Capacidade de campo (Ψm=-10 kPa); M.O. = Matéria Orgânica.

### 3.3. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento adotado foi o de blocos inteiramente casualizados com 4 tratamentos de salinidade de água utilizada na irrigação e 5 repetições, contendo 4 plantas por repetição, num total de 80 plantas experimentais em início de produção. Foram estudados os efeitos de quatro níveis de salinidade de água, no desenvolvimento e produção de coqueiro anão (cultivar anão-verde do Jiqui) e na evolução da salinidade do solo durante o período de 1 ano. Os níveis de salinidade de água (CEa) estudados foram: N<sub>1</sub>=0,10 (testemunha); N<sub>2</sub>=5,00; N<sub>3</sub>=10,00 e N<sub>4</sub>=15,00 dSm<sup>-1</sup>.

Considerando que o plantio existente foi adaptado para experimento, não se fez mudanças no projeto de irrigação turno de rega (diário), volume de água aplicada (120 L/planta) e sistema de irrigação (microaspersão), que foram mantidos conforme projeto original implantado pela EMPARN. Na Figura 2, está representado o croqui experimental, de acordo com a disposição das plantas experimentais por cada tratamento, escolhidas na área da fazenda do Jiqui.

### 3.4. Cultura

Em 16 ha cultivados com coqueiro anão do Jiqui, tendo como finalidade, exploração comercial para obtenção de sementes e mudas de coco anão da variedade conhecida comercialmente como anão-verde do Jiqui proveniente de sementes oriundas da própria fazenda do Jiqui. De coloração verde, essa variedade apresenta um desenvolvimento vegetativo lento; reproduz-se por auto-fecundação, é mais precoce – três a quatro anos de crescimento vegetativo – e produz um grande número de frutos pequenos (120 a 150/planta/ano), entre as subvariedades (verde, amarela e vermelha), é mais resistente às condições adversas do ambiente (Siqueira,1997). Porém, Cintra et al. (1992) revela que os amarelos destacam-se pelo desenvolvimento do sistema radicular, sendo mais tolerantes ao estresse hídrico. O pomar encontrava-se com 3,5 anos de idade e as plantas espaçadas em formação triangular num espaçamento 7,5 x 7,5m.

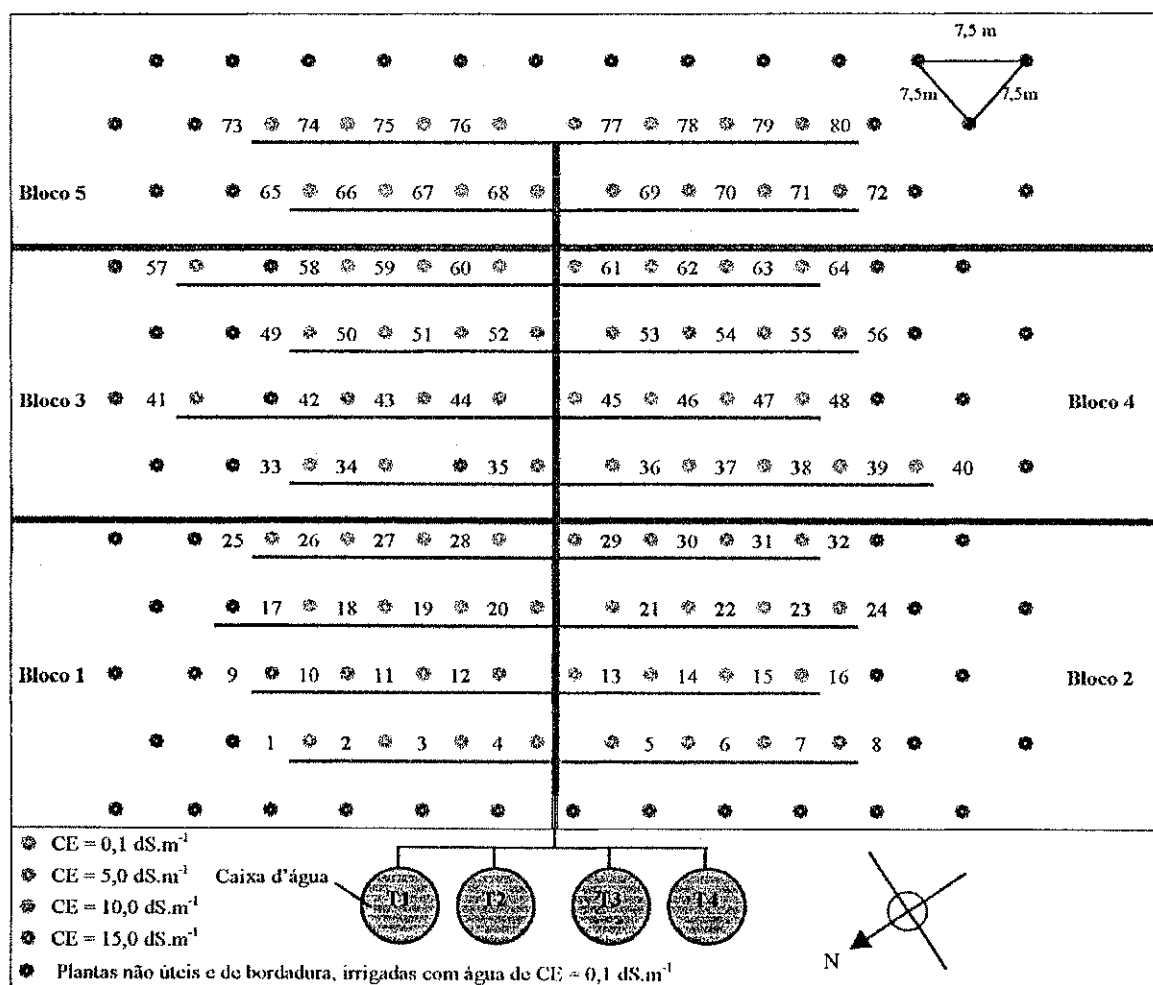


Figura 2: Croqui experimental (Jiqui), de acordo com a disposição das plantas escolhidas na área.

Dentro desses 16 ha, escolheu-se uma área com aproximadamente 0,8 ha em um solo homogêneo. Para escolha das plantas a serem observadas, estabeleceu-se critérios em relação a idade cronológica (3,5 anos de idade), fisiológica, em início de produção tendo aberto no mínimo uma inflorescência, aspecto vegetativo, nutricional e fitossanitário de cada planta. Com a escolha de 80 plantas, identificou-se cada uma com um número começando da primeira fileira do Bloco 1, em relação ao posicionamento das caixas d'água, da esquerda para direita da área (Figura 1) até o Bloco 5. Foram eliminados os frutos, já formados, do tamanho de um punho fechado e maiores que isso, nas plantas que já estavam produzindo os primeiros cachos, como também foi padronizado o número de 16 folhas para todas as plantas, eliminando-se o excesso das folhas mais velhas após a contagem do total de folhas de cada planta.

### 3.5. Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão com um emissor por planta, dando, portanto, 20 microaspersores por tratamento. Cada parcela com 4 microaspersores representava uma sub-unidade de irrigação. As águas utilizadas nas irrigações eram preparadas e armazenadas em quatro caixas de fibra de vidro, cada uma com capacidade para 3000L. Da caixa a água era pressurizada por eletrobomba submersa (ANALGE900<sup>®</sup>), ou seja, cada caixa tinha o seu sistema independente de irrigação, e através de tubulações de PVC de 25mm (linha principal do sistema de irrigação) abastecia diretamente as linhas laterais de polietileno de 16mm, onde era aspergida, efetuando-se uma irrigação diária, no período da manhã, aplicando em média 120L por planta. Durante o período chuvoso ou nos dias em que ocorreram precipitações superiores a 10mm, foram suspensas as irrigações. Os dados climáticos, bem como lâminas de água aplicada durante o período de realização do experimento estão apresentados no Apêndice 01. Os valores médios para temperatura média, máxima e mínima, umidade relativa durante o período de cultivo foram 27,26, 29,62 e 20,09 °C e 87,04%, respectivamente.

Aos nove meses foi feita uma verificação de vazão, em todos os emissores. Constatou-se uma vazão média de 58,6 L h<sup>-1</sup>, com pressão de 1,77 Kgf cm<sup>-2</sup> ficando dentro da especificação do fabricante, que é de 58 L h<sup>-1</sup> com pressão de 1,5 Kgf cm<sup>-2</sup>. O sistema não foi condicionado ao tempo de distribuição e sim ao volume de água contido no

reservatório (caixa d'água), ou seja, o sistema era desligado ao atingir o nível mínimo pré estabelecido de 600 L.

### 3.6. Preparação das águas

A salinidade de  $N_1$  foi produzida apenas pelos adubos, enquanto para as águas  $N_2$ ,  $N_3$  e  $N_4$ , foi acrescentado o sal NaCl (cloreto de sódio). Não foram abatidas nas proporções desse sal, as concentrações totais dos sais (adubos) adicionados às águas (fertirrigação), para suprir as necessidades de nutrientes da cultura.

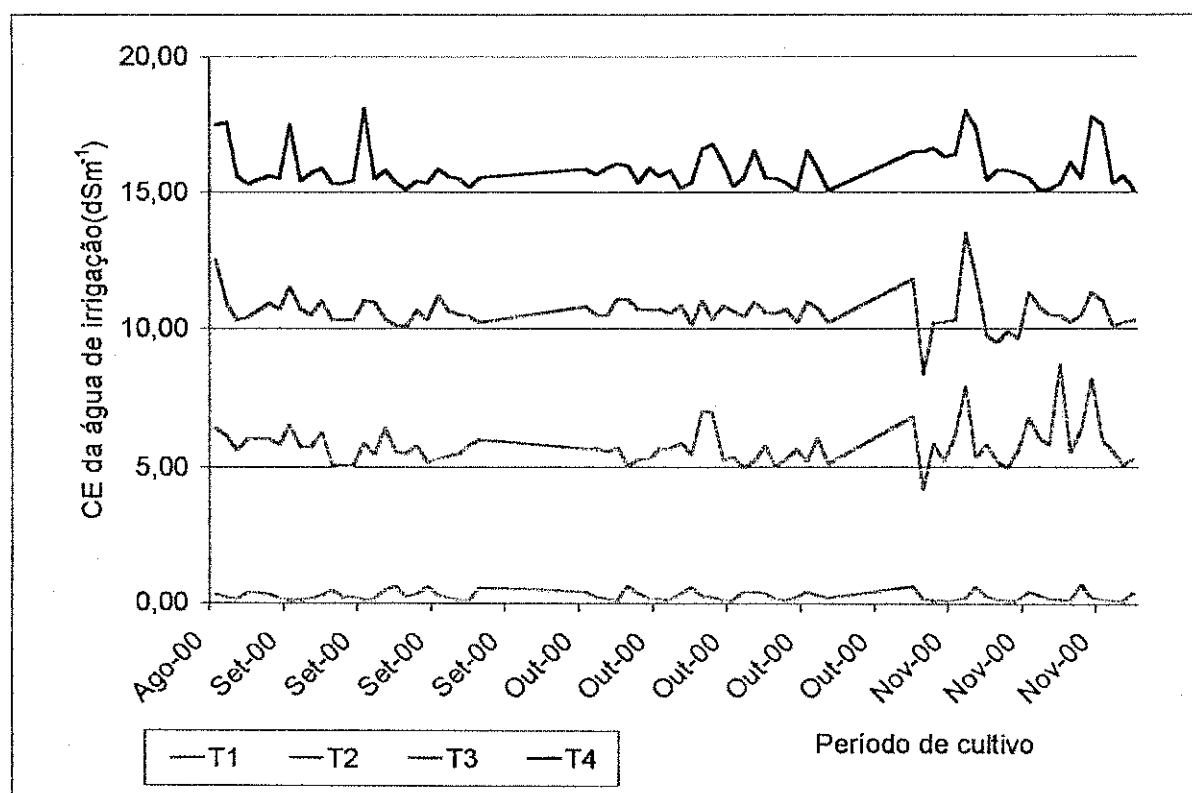


Figura 3 – Variação da condutividade elétrica das águas de irrigação em cada tratamento durante um período de cultivo (agosto a novembro de 2000).

As águas eram preparadas diariamente, logo após o evento de irrigação, enchia-se as caixas, a partir do volume restante do evento anterior, com água ( $CE=0,1 \text{ dS m}^{-1}$ ) proveniente da lagoa do Jiqui, em seguida dissolvia-se o peso pré-determinado de NaCl equivalente a cada nível ( $N_2=6,4$ ,  $N_3=13,72$  e  $N_4=20,16\text{kg}$ ). Antes de se ligar o sistema a água era mexida e feita a leitura de condutividade elétrica. A partir do mês de

agosto até novembro de 2000, foi realizada uma verificação contínua do comportamento da CE da água de irrigação estando demonstrado na Figura 3.

### **3.7. Condução do experimento**

#### **3.7.1. Preparo da área e tratos culturais**

No início do estudo foi feita gradagem entre linhas, coroamento e adubação de cobertura, incorporando ao solo 15 L de esterco de frango e 2kg de FOSMAG-464<sup>®</sup>, composto químico a base de fósforo, de composição (%):  $P_2O_5=18,0$ ,  $Ca=14,0$ ,  $Mg=3,5$ ,  $S=10,0$ ,  $Zn=0,65$ ,  $B=0,15$ ,  $Cu=0,18$ . E ainda, 40g de uréia e 30g de cloreto de potássio por planta, sendo as quantidades individuais multiplicadas por 20 e colocadas, na forma já diluída, dentro da caixa, aplicada na água de irrigação (fertirrigação) uma vez por semana, durante todo experimento. As doses de adubos seguiram recomendações de Ferreira (1997), para a cultura do coqueiro de acordo com a idade da planta, sendo ainda incorporado calcário ( $2 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e gesso ( $200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) aplicados a lanço em toda área (incluindo entrelinhas), visando a correção do pH do solo.

No controle preventivo do ácaro da necrose do coqueiro (*Eriophyes guerreronis*) que causa grandes danos ao fruto, realizou-se 3 aplicações de defensivo químico (NUVACRON<sup>®</sup>) com intervalo de 21 dias, com a primeira em 9 de agosto de 2000, e também fez-se um monitoramento sistemático na identificação de possíveis infestações.

#### **3.7.2. Colheita**

Como a produção se destina ao consumo de água de coco, os frutos foram colhidos verdes aproximadamente entre 6 e 7 meses de idade, a partir da abertura da inflorescência. Realizou-se ao todo 9 colheitas, uma em cada mês, tendo sido a 1ª em julho de 2000. Embora o projeto, continue em andamento, para fins desta dissertação, considerou-se a produção até o mês de março de 2001.

### 3.8. Parâmetros avaliados

#### 3.8.1. Planta

Foram avaliados os seguintes parâmetros relacionados com a planta:

##### 3.8.1.1. N° de folhas emitidas e mortas

Foram feitas 5 contagens do n° total de folhas em cada planta, a 1ª realizada no início da aplicação dos tratamentos em janeiro de 2000, para avaliar e padronizar o n° de folhas em 16, para todas as plantas. Em abril e agosto, foram realizadas, 2ª e 3ª, respectivamente, contou-se folha a folha, marcando nesta contagem a folha nº1, que é a folha aberta mais recentemente com todos os folíolos separados, com isso nas duas últimas contagens (4ª e 5ª) feitas em novembro de 2000 e janeiro de 2001, contou-se apenas as folhas acima daquela já marcada, procedendo da mesma forma, sinalizando a folha nº1, como é demonstrado na Figura 4 (a).

As folhas mortas (completamente secas) eram eliminadas e anotadas para abater do n° total. Analisou-se também a influência da salinidade na quantidade de folhas emitidas e no intervalo de emissão, bem como na senescência foliar.

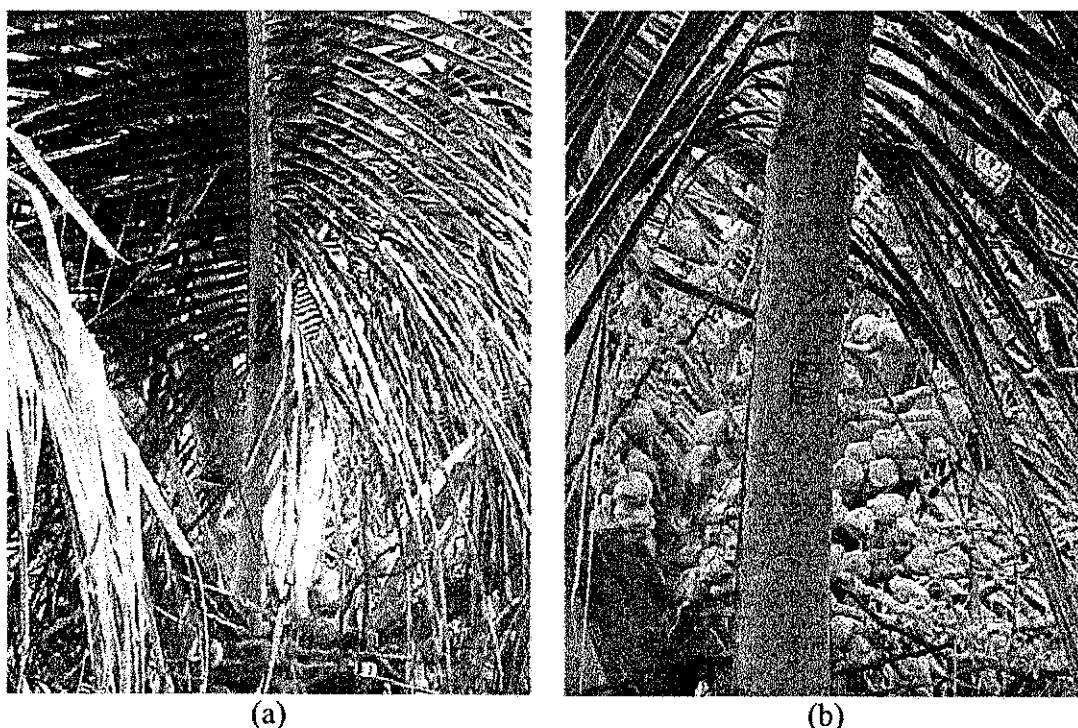


Figura 4 – Fotografia demonstrando a identificação e marcação da folha nº1 (a) e marcação da folha de origem da inflorescência (b).

### **3.8.1.2. N° de inflorescências emitidas e n° de flores femininas por inflorescência**

O acompanhamento sistemático de abertura de inflorescências emitidas, realizado a partir da emissão do 1° até o 9° cacho, foi feito dia a dia, anotando-se a data e numerando, com uma cicatriz, a folha de origem, para diferenciar a idade entre cachos (Figura 4 (b)). Com as datas de emissão do 3° cacho em diante, calculou-se o intervalo de tempo (dias) para emissão de inflorescência. Após 10 dias da abertura, realizava-se a contagem manual do total de flores femininas da inflorescência emitida.

### **3.8.1.3. N° de frutos formados e colhidos (produção)**

Após a colheita mensal de frutos, no mesmo dia, realizava-se a contagem de frutos formados (do tamanho e maiores a um punho fechado), visando-se o acompanhamento da eliminação fisiológica natural dos frutos pela planta até a colheita.

Os frutos com idade de colheita ideal para consumo da água-de-coco, eram colhidos e contados para cada planta. Foram realizadas 9 colheitas em intervalo médio de 30 dias, a contar de julho de 2000.

### **3.8.1.4. Produção de fitomassa de fruto**

Para a avaliação da produção expressa em fitomassa, levou-se em consideração os valores brutos de produção na 9ª colheita e a produção média em todo o período de estudo (Anexo 02). Multiplicou-se os valores de produção, obtidos em todos os níveis de salinidade de água de irrigação, relativos a 9ª colheita pelo seu respectivo peso médio de frutos, procedendo da mesma forma para a produção média total de frutos em todo o período de estudo.

### **3.8.1.5. Qualidade de frutos**

Após cada colheita foi retirada aleatoriamente uma amostra (dois frutos) por tratamento por repetição, dando um total de 10 frutos por tratamento. Feitas as pesagens individuais dos frutos, abria-se um fruto por cada tratamento por repetição medindo o peso, volume, °Brix, pH e CE.

Para determinação do °Brix, utilizou-se de refratômetro de bolso manual. O pH e CE foram medidos diretamente por medidor de condutividade e pH.

Na primeira e última colheita foi feita também a análise de composição química da água de coco onde determinou-se além das características acima, K, Ca, Mg, Na, Cu, F, Mn, Zn e Cl na tentativa de avaliar uma possível variação na água do fruto em relação à composição iônica na primeira colheita.

#### **3.8.1.6. Diagnose foliar**

Foram realizadas 2 análises de folha. A 1ª em setembro de 2000 e a 2ª em janeiro de 2001. A folha amostrada foi a nº14 por ser uma folha do meio da copa do coqueiro, nem muito nova nem muito velha. Na identificação da folha, localizou-se aquelas em cuja axila (espaço entre a bainha e o estipe) havia uma inflorescência aberta mais recentemente; esta é a folha nº 10, do lado oposto fica a folha nº 9, abaixo da qual está a folha nº 14 que possui, na sua axila, um cacho com frutos do tamanho de uma mão fechada. A coleta foi realizada em duas plantas por parcela. A identificação e preparação da amostra se deu seguindo metodologia de Sobral (1997).

As análises de P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, B, S, Mn e Cl foram realizadas pelo Laboratório de Água, Solo e Planta da EMPARN, localizado em Caicó, RN, de acordo com metodologia recomendada por Malavolta et al. (1997).

#### **3.8.2. Solo**

##### **3.8.2.1. Salinidade do solo**

As análises constaram de pH da pasta de saturação, condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) a 25 °C, em amostras retiradas da zona radicular (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm), a 100 cm do tronco da planta e a 70 cm do microaspersor, no início (03/01/2000) e próximo ao final (20/11/2000) do estudo, um dia depois e antes da irrigação, escolhendo aleatoriamente uma planta de cada parcela dos 4 tratamentos, as



profundidades da primeira análise foram 0-30, 30-60 e 60-90. Nas duas épocas de amostragem, predominava o período seco.

### **3.8.2.2. Análise de fertilidade do solo**

Para determinação dos cátions e fósforo extraíveis, foram utilizados os extratores aplicados nas análises de rotina; a 1ª análise (fertilidade) foi realizada pelo Laboratório de Solo, Água e Planta da EMPARN – Caicó, e para a 2ª (salinidade), no Laboratório de Irrigação e Salinidade, Departamento de Engenharia Agrícola, UFPB - CAMPUS II.

### **3.9. Análises estatísticas**

O efeito dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre o crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade de frutos, em 12 meses de estudo, foi avaliado aplicando análise de variância simples e teste “F” (Gomes, 1978; Ferreira, 1991). Foi realizada também análise de regressão polinomial (linear e quadrática) para explicar o efeito da salinidade para as variáveis estudadas, sendo obtidas equações de regressão significativas a nível de 0,01 ou 0,05 de probabilidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Desenvolvimento vegetativo do coqueiro**

#### **4.1.1. Número de folhas vivas e mortas e tempo médio de emissão**

O resumo da análise de variância para o nº total de folhas (NF) aos 12 meses de estudo, tempo médio de emissão foliar (TMEF) em seis meses (julho de 2000 a janeiro de 2001) e número de folhas mortas (NFM) de outubro de 2000 a janeiro de 2001, está apresentado na Tabela 2. Constata-se que a salinidade da água de irrigação afetou, significativamente, o NF, o TMEF e o NFM. Em relação ao NF, o efeito foi quadrático e decrescente, como é mostrado na Figura 5, e efeito linear e crescente para TMEF e NFM (Figuras 6 e 7, respectivamente).

No presente estudo, durante o período de julho de 2000 a janeiro de 2001, observou-se um tempo médio de emissão por folha variando de 22,3 a 29,6 dias que corresponde a 16 folhas/ano no caso de N<sub>1</sub> (testemunha) e 12 folhas em N<sub>4</sub> estando dentro da emissão foliar média esperada para o coqueiro gigante sob condições de sequeiro, mencionada por Siqueira et al. (1997), e que segundo os mesmos o ritmo de emissão de folhas pode variar de 11 a 15 folhas por ano. Segundo Passos (1997), uma planta adulta de coqueiro anão sob condições ambientais favoráveis pode emitir 18 folhas no período de um ano e que essa emissão pode variar com a época do ano. Aos 12 meses de estudo, o NF nas plantas de N<sub>1</sub> foi em média de 22,25 folhas sendo menor que o observado para N<sub>2</sub> com 22,75 folhas, significando um favorecimento da salinidade neste aumento; já para os mais salinos N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub> houve o inverso, constando 21 e 19,40 folhas/planta, respectivamente. Os valores observados para NF em todos os tratamentos ficam abaixo da média de 25 a 30 folhas/planta mencionada por Child (1974). A causa da diminuição do número de folhas

emitidas por planta em tratamentos salinos, provavelmente, é devido à redução no ritmo de emissão foliar e à menor duração da folha, concordando com Passos (1997). Esta duração provavelmente foi menor do que o mencionado por Child (1974), onde relata que as folhas permanecem vivas por um período de 36 a 42 meses. Porém, Frémond et al. (1975) discorda da afirmação de que a redução do número de folhas na copa do coqueiro, sob condições ambientais desfavoráveis, é causada pela morte precoce da folha e sim pela redução no ritmo de emissão foliar. Este comportamento foi observado por Santos & Gheyi (1993) trabalhando com bananeira nanica, havendo retardamento de 5 e 8 dias na abertura completa da folha, em relação à testemunha ( $CE = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), quando utilizaram águas com  $CE$  de 2,5 e 4,0  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. O estresse salino resulta em condição desfavorável à planta, devido à diminuição do potencial osmótico do solo; como consequência à menor disponibilidade de água, aumenta o intervalo de emissão de folhas e desativa parte de sua área foliar, com o objetivo de diminuição na taxa de transpiração. Segundo Slatyer (1967) o déficit de água nos tecidos da planta exerce influência direta sobre seus processos fisiológicos, e as condições de umidade do solo são fatores determinantes da magnitude desse déficit.

Tabela 2. Resumo de ANAVA para as variáveis nº de folhas (NF), tempo médio de emissão foliar (TMEF) em seis meses (de julho de 2000 a janeiro de 2001) e número de folhas mortas (NFM) de outubro 2000 a janeiro 2001.

Fonte de variação	NF	TMEF	NFM
	Valores de quadrado médio		
Salinidade (S)	11,1031 **	46,0009 **	3,6083*
Reg. Pol. Linear	26,3992 **	134,2549 **	8,7421**
Reg. Pol. Quadr.	5,6313 *	1,6083 ns	2,0721 ns
Desv. Reg.	1,2788 ns	2,1395 ns	0,0108 ns
Bloco	1,1984 ns	1,5648 ns	2,3047 ns
QMResíduo	0,6526	1,3162	0,7255
CV%	3,7816	4,4655	26,2085
Salinidade da água	Média		
	nº	dia	nº
N <sub>1</sub>	22,25	22,36	2,70
N <sub>2</sub>	22,75	24,67	2,60
N <sub>3</sub>	21,05	26,12	3,25
N <sub>4</sub>	19,40	29,60	4,45

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

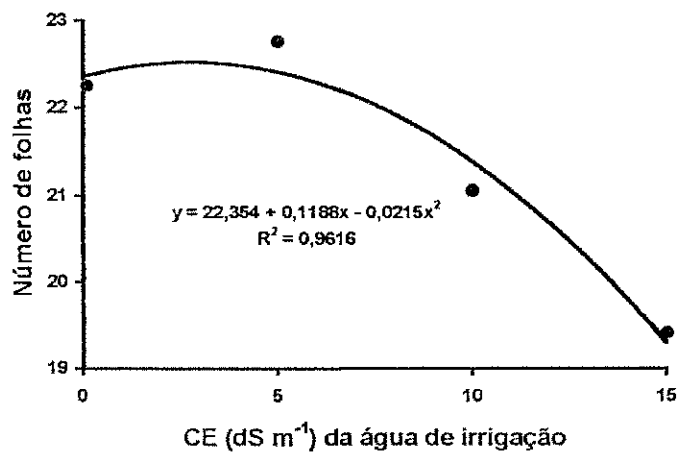


Figura 5- Efeito da salinidade da água de irrigação no nº de folhas por planta ao final do experimento.

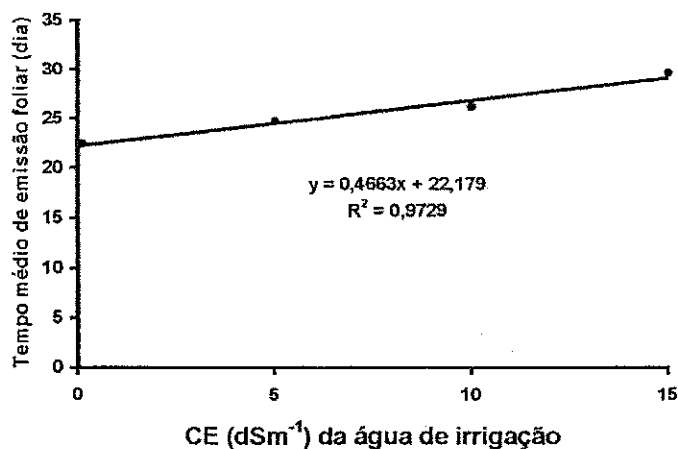


Figura 6 – Efeito da salinidade da água de irrigação no tempo médio de emissão foliar no período de julho de 2000 a janeiro de 2001.

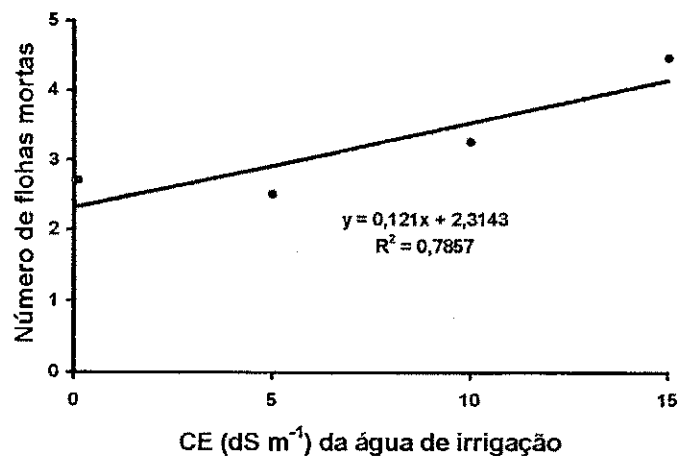


Figura 7 – Efeito da salinidade da água de irrigação no nº de folhas mortas de outubro de 2000 a janeiro de 2001.

#### 4.1.2. Concentração mineral das folhas de coqueiro

Considerando os níveis críticos dos nutrientes na folha nº 14 da variedade coqueiro gigante como sendo: N = 1,80; P = 0,12; K = 0,80; Ca = 0,50; Mg = 0,24 e S = 0,15% e para os micronutrientes: B = 10,0; Mn = 100,0; Zn = 15,0; Cu = 5,0 e Fe = 40,0 mg kg<sup>-1</sup> (Magat, 1991). As plantas requerem uma concentração mínima dos nutrientes essenciais na solução do solo, existindo um limite mínimo de concentração para cada nutriente (van Raij, 1991), enquanto na planta, o teor dos nutrientes deve apresentar uma faixa de concentração, onde existe um limite mínimo e um máximo (Smith, 1962), além de um determinado equilíbrio entre os mesmos, para absorvê-los em quantidades adequadas e de forma balanceada, e assim conseguir produzir rendimentos potenciais.. Observa-se na Tabela 3, que o teor de N ficou próximo do nível crítico para N<sub>1</sub> e N<sub>2</sub> porém para N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub> foi inferior ao nível crítico aos 10 meses e que embora tenha diminuído seu teor com o aumento da salinidade permaneceu acima do nível crítico, aos 12 meses de cultivo. Os teores de P e Ca foram maiores aos 10 meses, mas ficaram abaixo do nível crítico; com o K e Mn ocorreu o inverso, aumentaram aos 12 meses, mas ficaram, também, abaixo do nível crítico, com exceção para o K em N<sub>1</sub> e N<sub>3</sub>; o Mg ficou acima do nível crítico nas duas coletas para todos os tratamentos. Redução no teor de K com aumento da salinidade da água, foi encontrada por Pasternak & De Malach (1995) para o tomate, e por Bernstein & Francois (1973a, 1975), para o pimentão, os teores de K e Mg não foram afetados. Em relação a média dos quatro tratamentos, para as duas análises, apenas o Ca e o Cl, aos 12 meses, tiveram seus teores diminuídos em relação a primeira. O teor médio de Na elevou-se com o aumento da salinidade nas duas determinações principalmente em N<sub>4</sub> em relação a N<sub>1</sub>, de 0,17 (N<sub>1</sub>) para 0,23% (N<sub>4</sub>) em 10/2000 e de 0,18 (N<sub>1</sub>) para 0,25% (N<sub>4</sub>) em 01/2001. Segundo Bernstein & Francois (1973a, 1975), o Na e Ca solúveis no extrato da folha de pimentão cresceram proporcional as suas concentrações na água de irrigação. Não observou-se danos consideráveis às folhas do coqueiro com o aumento da salinidade. Segundo Flowers et al. (1977), a capacidade de crescimento e de realização da fotossíntese de determinadas culturas tem sido atribuída ao sucesso das plantas em reter o Na e/ou o Cl fora do fluxo da transpiração o que provoca a destruição dos tecidos das plantas.

Nota-se o dobro de Cl quando comparado as quantidades médias de Ca, e quanto a quantidade exportada, o mesmo é superado apenas pelo N e pelo K. Segundo Souza et al. (1997), normalmente, em coqueiro, o Cl em quantidade acumulada apresenta

valores comparado aos do cálcio, sendo mais absorvido do que fósforo, magnésio e enxofre. Sua importância é tão expressiva, que certos autores o consideram como macronutriente para algumas palmeiras e não como micronutriente, como ele é classificado nos manuais de nutrição de plantas. A importância do nutriente no coqueiro foi demonstrada por Uexkull (1972). A aplicação de KCl aumentou o teor de Cl na folha nº 14, de 0,40 para 2,33 g kg<sup>-1</sup> (Sobral, 1997). O mesmo autor diz que sua deficiência provoca diminuição do tamanho dos frutos. Essa elevação na absorção de cloreto foi constatada também por Meire & Shalhevet (1973), trabalhando com pimentão, onde o Cl foi o elemento que mais aumentou na planta devido à salinidade da água de irrigação, resposta também obtida por Bernstein & Francois (1973a, 1975).

Tabela 3 – Diagnose Foliar de coqueiro para os quatro tratamentos (T) aos 10 (10/10/2000) e 12 meses de cultivo (20/01/2001).

Tratamento e período	Nutrientes Totais											
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	B	Zn	Cu	Fe	Mn
	(g g <sup>-1</sup> )							(mg kg <sup>-1</sup> )				
N <sub>1</sub>	1,88	0,13	0,66	0,38	0,25	0,17	0,33	23	19	24	128	38
N <sub>2</sub>	1,82	0,11	0,60	0,39	0,27	0,22	0,67	20	15	14	149	67
N <sub>3</sub>	1,75	0,09	0,58	0,31	0,28	0,21	0,78	18	34	45	459	76
N <sub>4</sub>	1,74	0,11	0,62	0,27	0,28	0,23	0,44	18	18	29	202	72
Média	1,80	0,11	0,62	0,34	0,27	0,21	0,56	19,8	21,5	28,0	234,5	63,3
N <sub>1</sub>	2,10	0,09	0,87	0,26	0,28	0,18	0,44	22	13	25	109	46
N <sub>2</sub>	2,30	0,09	0,77	0,29	0,32	0,20	0,44	24	17	8	154	88
N <sub>3</sub>	1,95	0,08	0,80	0,24	0,28	0,23	0,66	22	29	43	129	83
N <sub>4</sub>	1,84	0,08	0,75	0,26	0,30	0,25	0,44	22	11	12	119	82
Média	2,05	0,09	0,80	0,26	0,30	0,22	0,50	22,5	17,5	22,0	127,8	74,8

Os micronutrientes ficaram acima do nível crítico, com exceção para o Mn, nos dois períodos em todos os tratamentos e em relação a média geral, já o Fe apesar do seu teor ter sido bem acima do nível crítico diminui esse valor em todos os tratamentos para o 2º período.

#### 4.1.3. Intervalo entre floração

A análise de variância para intervalo entre floração (IEF) a partir do terceira inflorescência emitida está resumida na Tabela 4. Verifica-se que o intervalo IEF7-8 e

IEF8-9, e considerando o intervalo médio entre emissão de inflorescência (IMEF), sofreram efeito significativo da salinidade da água de irrigação. Entretanto, os quatro primeiros intervalos entre emissão de inflorescências observados (IEF3-4; IEF4-5; IEF5-6 e IEF6-7) não foram afetados significativamente.

De acordo com os estudos de regressão, apresentados na Tabela 4 e representado na Figura 8, o efeito dos tratamentos salinos sobre o IEF7-8 e IEF8-9 foi linear e crescente. Em termos relativos, entre a 7ª e 8ª emissão, cada incremento de 1 dS m<sup>-1</sup> na salinidade da água aumentou em 1,2% o intervalo de dias, enquanto entre a 8ª e 9ª aumentou em 1,5%.

Tabela 4 – Resumo de ANAVA para variáveis intervalo entre abertura de flores dos cachos (IEF3-4; IEF4-5; IEF5-6; IEF6-7; IEF7-8 e IEF8-9) e médio a partir do 3º cacho (IEFM).

Fonte de variação	IEF3-4	IEF4-5	IEF5-6	IEF6-7	IEF7-8	IEF8-9	IMEF
Valores de quadrado médio							
Sal. (S)	18,8616 ns	6,2281 ns	4,2833 ns	2,8708 ns	17,8375*	23,7125**	2,3244*
Linear	23,4132 ns	0,1189 ns	2,0036 ns	4,8740 ns	45,0333*	68,1107**	2,4821*
Quadr.	4,3658 ns	18,5012 ns	5,9454 ns	3,5852 ns	7,6789 ns	1,4431 ns	3,7255*
DR.	28,8059 ns	0,0643 ns	4,9010 ns	0,1533 ns	0,8004 ns	1,5837 ns	0,7656 ns
Bloco	35,4977*	8,3406 ns	5,4563 ns	14,176*	7,3984 ns	3,5750 ns	2,5518*
QMR.	10,8710	8,0823	6,4083	4,1807	5,0276	3,0250	0,5280
CV%	11,2963	10,2772	9,4458	8,1869	8,9243	7,0344	2,7532
Médias (dias)							
N <sub>1</sub>	31,65	28,55	27,15	25,25	23,65	22,40	26,44
N <sub>2</sub>	27,60	26,60	25,45	25,50	24,10	24,00	25,54
N <sub>3</sub>	29,83	26,80	27,05	25,30	24,90	24,90	26,37
N <sub>4</sub>	27,67	28,70	27,55	23,85	27,85	27,60	27,21

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "t"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"  
 (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

Com base no descrito acima, pode-se inferir que a salinidade da água de irrigação interferiu fisiologicamente na planta, aumentando o intervalo entre abertura de inflorescência, com consequências sobre o nº de cachos por ano, e diminuição da produtividade das plantas; segundo Frémond et al. (1966) a produtividade do coqueiro está diretamente ligada ao nº de inflorescência por ano.

Tendo trabalhado com bananeira, Santos (1997) relata que o aumento do nível de salinidade de 0,5 a 2,5 dSm<sup>-1</sup> da água de irrigação, prolongou a duração do plantio ao florescimento, do plantio à formação do cacho e do plantio à colheita de banana nanica, com efeitos mais acentuados no nível mais elevado; possivelmente devem-se à menor

absorção de água e de nutrientes pelas plantas, fazendo com que sua nutrição ficasse prejudicada, havendo um aumento de até 39 dias na duração do ciclo.

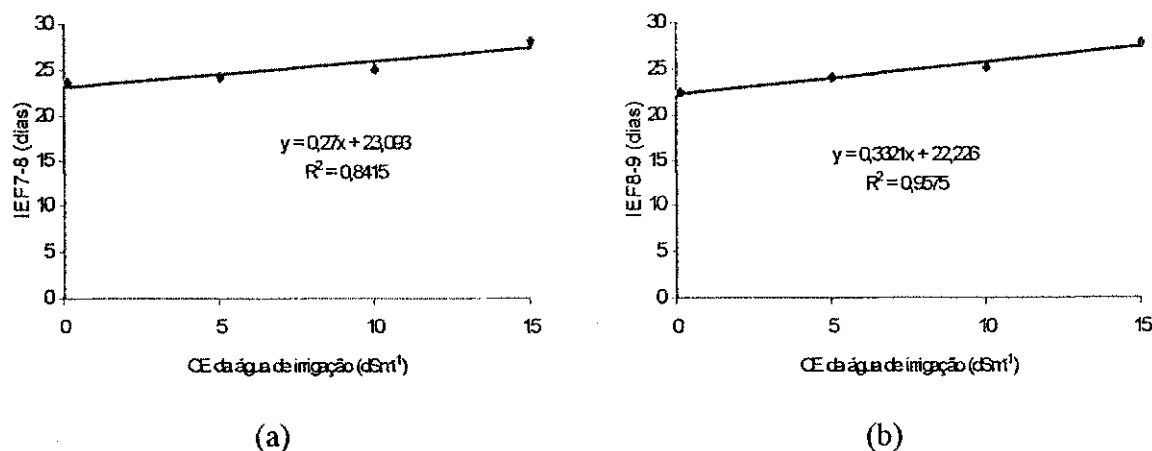


Figura 8 – Intervalo de dias entre aberturas das inflorescências 7 e 8 (a), 8 e 9 (b) em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

#### 4.1.4. N° de flores por inflorescência

A análise de variância para o n° de flores por inflorescência (NFI) e o n° médio de flores por inflorescência em todo cultivo (NFIT) está apresentado na Tabela 5. Constata-se que o NFI e o NFIT foram afetados pela salinidade da água de irrigação da 5ª a 9ª inflorescência emitida.

Conforme os estudos de regressão, apresentados na Tabela 5 e representado nas Figuras 9 e 10(a), a influência da salinidade da água de irrigação sobre o NFI da 5ª a 8ª inflorescência e NFIT, respectivamente foi quadrático e crescente, e para a 9ª, linear e crescente. Verifica-se também pela Figura 10(b) que praticamente não há diferença entre os tratamentos até a 4ª inflorescência, e na última avaliação não há diferença entre os tratamentos 2 e 3; entre a 6ª e 8ª inflorescência, os tratamentos com água salina (N<sub>2</sub> e N<sub>4</sub>) resultaram em resultados muito próximos.

A primeira inflorescência útil foi emitida, em média, cinco meses (maio) após o início das irrigações com água salina. A quinta emissão ocorreu entre os meses de agosto e setembro, com oito ou nove meses de iniciado o estudo, ou seja, o efeito da salinidade da água de irrigação só veio causar diferença significativa para NFI, entre os



tratamentos, após sete meses. Porém, segundo Frémond et al. (1966) a diferenciação das flores femininas ocorre de 11 a 12 meses antes da abertura da espata, transcorrendo também um ano entre esta fase e a maturação dos frutos, e o pequeno número de flores pode estar relacionado às condições desfavoráveis de umidade, durante os meses em que ocorreu a diferenciação.

Tabela 5 – Resumo de ANAVA para variável nº de flores por inflorescência (NFI) mensal e nº médio total (NFIT).

Fonte de variação	NFI1	NFI2	NFI3	NFI4	NFI5	NFI6	NFI7	NFI8	NFI9	NFIT
	Valores de quadrado médio									
Sal. (S)	6,0 <sub>ns</sub>	1,7 <sub>ns</sub>	0,1 <sub>ns</sub>	14,3 <sub>ns</sub>	53,5 <sup>**</sup>	387,13 <sup>**</sup>	2000,77 <sup>**</sup>	6129,5 <sup>**</sup>	18159,1 <sup>**</sup>	1008,2 <sup>**</sup>
Linear	3,8 <sub>ns</sub>	2,2 <sub>ns</sub>	0,02 <sub>ns</sub>	4,2 <sub>ns</sub>	50,8 <sup>**</sup>	569,20 <sup>**</sup>	3920,13 <sup>**</sup>	10671,8 <sup>**</sup>	45274,3 <sup>**</sup>	2159,8 <sup>**</sup>
Quadr.	6,2 <sub>ns</sub>	1,5 <sub>ns</sub>	0,04 <sub>ns</sub>	38,6 <sup>*</sup>	100,4 <sup>**</sup>	564,26 <sup>**</sup>	1159 <sup>**</sup>	4826,8 <sup>**</sup>	3727,5 <sub>ns</sub>	524,7 <sup>**</sup>
Bloco	20,3 <sub>ns</sub>	18,2 <sub>ns</sub>	31,1 <sub>ns</sub>	13,5 <sub>ns</sub>	9,7 <sub>ns</sub>	2,55 <sub>ns</sub>	131,23 <sub>ns</sub>	501,8 <sub>ns</sub>	1044,8 <sub>ns</sub>	66,7 <sub>ns</sub>
QMR	25,20	30,27	21,46	5,96	4,36	18,11	74,98	318,23	1010,75	33,35
CV%	25,2	30,3	21,46	21,63	21,89	19,06	17,27	20,51	18,73	13,32
	Médias (n°)									
N <sub>1</sub>	11,75	11,46	14,60	9,25	4,85	9,33	20,68	35,05	84,95	22,43
N <sub>2</sub>	12,10	12,80	14,55	12,55	11,95	26,75	60,45	108,05	183,95	49,24
N <sub>3</sub>	14,20	12,35	14,80	12,80	11,60	28,50	55,00	96,95	182,70	47,65
N <sub>4</sub>	12,35	12,60	14,60	10,55	9,75	24,73	64,38	107,90	227,50	54,04

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"  
 (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

Com base no descrito acima pode-se inferir que provavelmente a salinidade da água de irrigação interferiu fisiologicamente na planta, antecipando o tempo para diferenciação das flores femininas, e também o tempo da diferenciação até a abertura da espata.

Considerando o NFI como critério de produtividade, os tratamentos salinos (N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub>) apresentaram maior produtividade em relação a testemunha (N<sub>1</sub>), considerando que as plantas mais produtivas de uma população correspondem não somente às plantas com maior número de inflorescências por ano, como também àquelas com o maior número de flores femininas por inflorescência (Frémond et al. 1966). Essa produtividade pode ser atribuída também, concordando com Siqueira et al. (1997), às boas condições nutricionais que podem aumentar o número de flores femininas por inflorescência.

Observando-se o NFIT para cada tratamento, constata-se para as nove emissões, um nº médio de 22,43 para N<sub>1</sub> e 54,04 flores para N<sub>4</sub>; neste tratamento (N<sub>4</sub>), obteve-se uma média de 227 flores na última inflorescência. IRHO (1976) relata que a irrigação, além de favorecer o desenvolvimento da planta, contribui para a precocidade de floração. De acordo com Siqueira et al. (1997), a influência das condições climáticas pode

propiciar, para as mesmas plantas, médias mensais de 16,5 e 32,2 flores femininas por espádice.

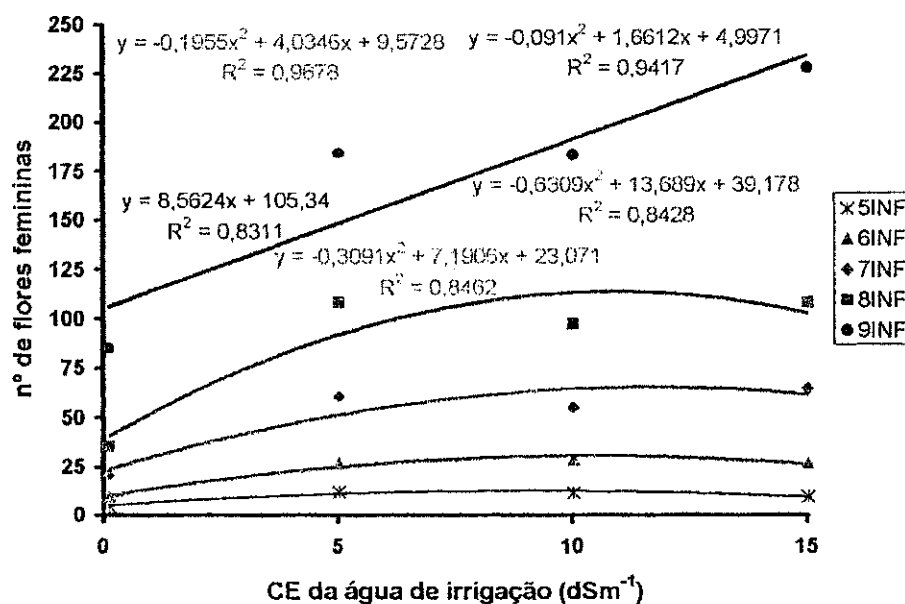


Figura 9. – N° de flores femininas por inflorescência (NFI) em função da salinidade da água de irrigação, da 5ª a 9ª inflorescência emitida.

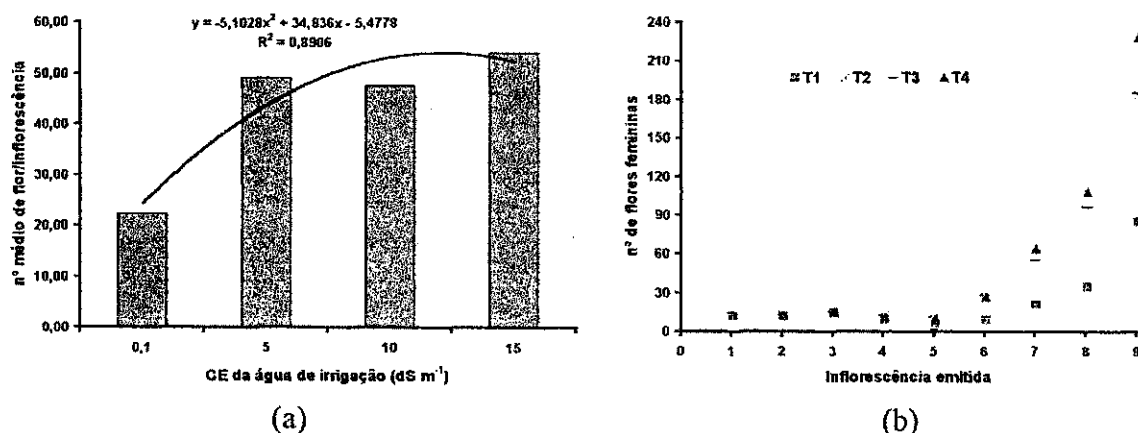


Figura 10 – N° médio de flores por inflorescência em todo cultivo (NFIT) em função da salinidade da água de irrigação (a); comportamento geral dos tratamentos em relação ao n° de flores por inflorescência em todo cultivo (b).

Como a planta aumentou exageradamente o n° de flores nos tratamentos mais salinos, notou-se uma nítida diminuição de tamanho em relação a  $N_1$  e maior n° de abortamento das flores, o que parece normal pela necessidade de perpetuação da espécie e da limitação fisiológica da planta. Frémond et al. (1966) diz que as condições

climatológicas desfavoráveis ao coqueiro, em particular os períodos de seca, provocam um aumento do índice de abortamento de flores femininas. Segundo Yusuf & Varadan (1993) se o estresse hídrico ocorrer num período de 15 a 16 meses antes da abertura da espata, pode provocar abortamento de flores femininas, mesmo se a abertura ocorrer no período chuvoso.

#### 4.1.5. N° de frutos colhidos

A análise de variância conjuntamente com os dados médios observados para o n° de fruto colhido (NFC) e n° total de fruto colhido (NTFC), em avaliações realizadas para nove colheitas, estão mostrados na Tabela 6. Verifica-se que NFC sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação na 8ª e 9ª colheita, e para o NTFC não foi significativo.

Tabela 6 – Resumo de ANAVA para variável n° médio de fruto colhido por planta em cada colheita (NFC)<sup>#</sup> e n° médio de fruto colhido em todas as colheitas (NFCT)<sup>#</sup>.

Fonte de variação	NFC1	NFC2	NFC3	NFC4	NFC5	NFC6	NFC7	NFC8	NFC9	NFCT
Valores de quadrado médio										
Sal. (S)	1,06 ns	0,23 ns	0,38 ns	0,42 ns	0,21 ns	0,02 ns	0,15 ns	1,26 **	0,69 **	1,91 ns
Linear	0,57 ns	0,00 ns	1,07 ns	1,18 *	0,01 ns	0,00 ns	0,27 ns	0,64 ns	0,05 ns	2,25 ns
Quadr.	0,02 ns	0,14 ns	0,00 ns	0,06 ns	0,01 ns	0,05 ns	0,00 ns	2,70 **	1,57 **	2,06 ns
DR.	2,58 ns	0,55 ns	0,06 ns	0,03 ns	0,62 ns	0,02 ns	0,17 ns	0,42 ns	0,44 *	1,42 ns
Bloco	1,30 ns	1,0 ns	0,12 ns	0,12 ns	0,22 ns	0,32 ns	0,17 ns	0,42 ns	0,10 ns	2,01 ns
QMR.	1,01	0,57	0,40	0,22	0,13	0,14	0,08	0,20	0,06	1,04
CV%	33,73	27,097	26,046	21,578	22,432	14,8459	10,8506	15,1998	9,8394	14,1039
Médias (n°)										
N <sub>1</sub>	3,3933	2,7724	2,7187	2,4547	1,6930	2,4685	2,8066	2,9111	2,1658	7,4966
N <sub>2</sub>	2,5317	2,6397	2,6374	2,2881	1,3550	2,6326	2,5712	3,2226	3,0349	7,3586
N <sub>3</sub>	3,3419	3,0838	2,2858	2,1645	1,8498	2,5452	2,7130	3,4596	2,6902	7,7784
N <sub>4</sub>	2,6182	2,6218	2,1462	1,7709	1,6076	2,5099	2,4125	2,3010	2,4345	6,3586

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"  
 (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

(#) Análise realizada com dados transformados em  $\sqrt{x}$ .

Mostra-se na Figura 12 (dados não transformados) o comportamento da produtividade média das plantas nas 9 colheitas em relação a salinidade da água de irrigação, notando-se um declínio de produtividade em todos os tratamentos até a 5ª colheita. A partir daí, para as colheitas sequenciais, houve um aumento da produção. A Tabela 6 revela ainda, conforme os estudos de regressão, que o efeito da salinidade da água de irrigação sobre o NFC, foi quadrático e significativo, representado na Figura 11 (dados não transformados), onde o ponto máximo da curva para a 8ª e 9ª colheita ocorre em 6,5 e

8,0 dS m<sup>-1</sup>, com produção de 11 e 8 frutos, respectivamente. Verifica-se também na 8ª colheita que há uma elevação crescente do NFC de N<sub>1</sub> (CE = 0,10 dS m<sup>-1</sup>) a N<sub>3</sub> (CE = 10,0 dS m<sup>-1</sup>), tendo N<sub>4</sub> a menor produção, porém esta foi superior a N<sub>1</sub> na 9ª colheita, que também apresentou maiores produções nos níveis de elevada salinidade (N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub>). Para NTFC o estudo não foi significativo, porém revelou maior NTFC em N<sub>3</sub> e que praticamente não houve diferença entre N<sub>1</sub> e N<sub>2</sub>.

Considerando todo o ciclo, ou seja, 9 colheitas, a produção média total (valores não transformados) obtida com a água de menor nível de salinidade (N<sub>1</sub>=0,1 dS m<sup>-1</sup>) foi de 55,75 frutos/planta e esta produção foi reduzida em 27,26% para água mais salina (N<sub>4</sub>=15 dS m<sup>-1</sup>) apresentando 40,55 frutos/planta. Por outro lado as produções obtidas pelos níveis intermediários (N<sub>2</sub>=5,00 e N<sub>3</sub>= 10,0 dS m<sup>-1</sup>) foi semelhante para N<sub>2</sub> com 54,40 frutos/planta e superada pelo N<sub>3</sub> em 8,87%.

Segundo Gutiérrez (1997) em condições agroecológicas favoráveis e de acordo com as recomendações técnicas preconizadas pela Embrapa (1993), a produção por planta/ano do coqueiro anão em início de produção (3 e 4 anos), sem e com irrigação, foi estimada em 15 e 60 frutos, respectivamente.

As produtividades obtidas no Rio Grande do Norte, Maranhão, Pernambuco, Alagoas e Bahia são semelhantes, oscilando entre 3.000 e 5.000 frutos/ha/ano (Anuário Estatístico do Brasil, 1992; Gutiérrez, 1997).

Em comparação com o mencionado anteriormente, as produções obtidas em 9 colheitas, para todos os níveis de salinidade, foram superiores àquelas do cultivo do coqueiro em condições de sequeiro, considerando a idade de quatro anos. Em condições de seca, o crescimento do coqueiro é retardado e a produtividade é reduzida (Mahindapala & Pinto, 1991). Melhoria considerável em produtividade de coqueiro cultivado em condições de sequeiro tem sido relatada quando são adotadas práticas de aumento da eficiência de uso da água, como o controle de escoamento superficial, aumento da infiltração, conservação da umidade do solo etc (Jayasekara & Jayasekara, 1993).

Com relação as produções estimadas no cultivo irrigado, os dois primeiros tratamentos, N<sub>1</sub> e N<sub>2</sub>, provavelmente atingiriam essa meta, considerando o complemento de 5 e 6 frutos, respectivamente, em três colheitas restantes, porém as plantas do N<sub>3</sub> já alcançaram essa produção antes de completar as 12 colheitas. Yusuf & Varadan (1993)

dizem que a variabilidade da precipitação pluvial e o uso de recursos inadequados de irrigação e de manejo de água são uma das principais causas da baixa produtividade do coqueiro, mesmo nos locais onde é tradicionalmente cultivado.

Não encontrou-se na literatura consultada, relatos sobre tamanho e forma mais aceitos relacionados com a comercialização de frutos de coqueiro anão para consumo “in natura”, porém avaliando-se as produções dessa ótica, os frutos foram afetados de forma notória com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 13), ficando provavelmente dificultada sua comercialização do ponto de vista visual, principalmente em relação ao  $N_4$  quando comparado a  $N_1$ , podendo-se ver na Figura 14.

O decréscimo na produção foi devido à redução no tamanho e no peso dos frutos e não à redução no seu número.

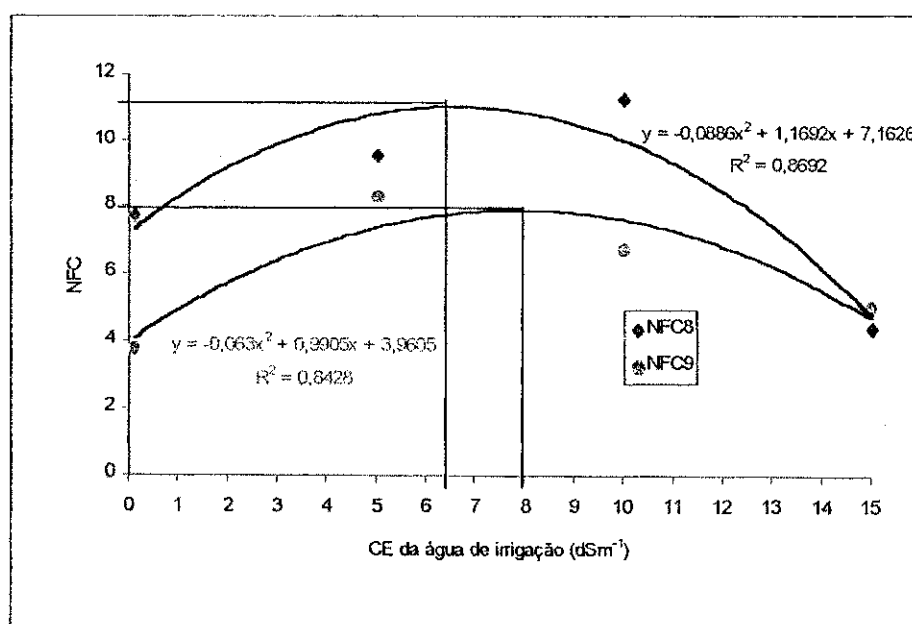


Figura 11 – Efeito da salinidade da água de irrigação sobre o nº de fruto colhido (NFC) por planta para a 8ª e 9ª colheita (valores não transformados)

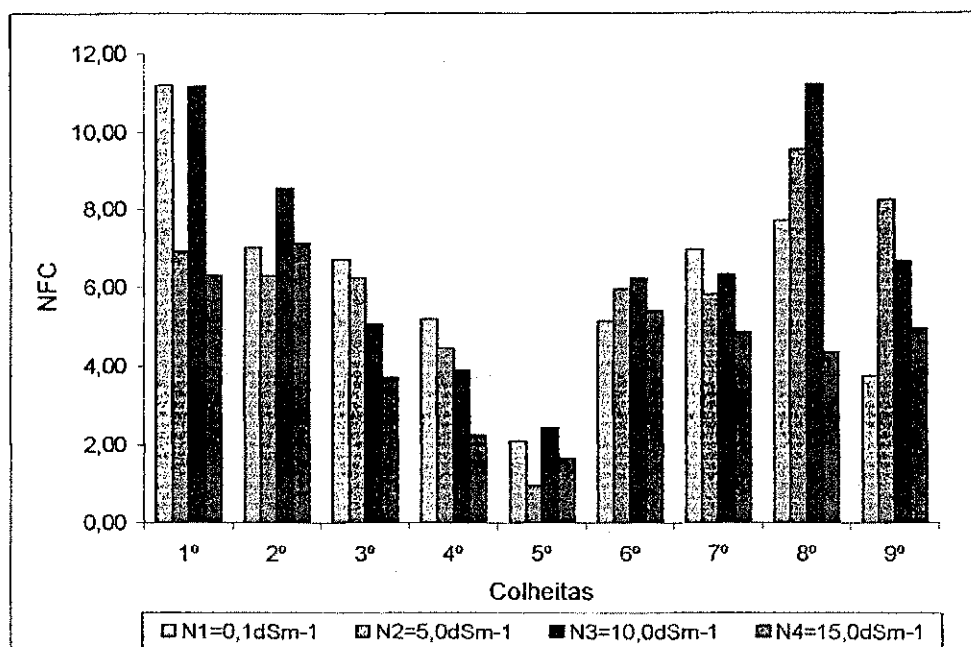


Figura 12 – Comportamento da produtividade média das plantas nas 9 colheitas em relação a salinidade da água de irrigação (valores não transformados)

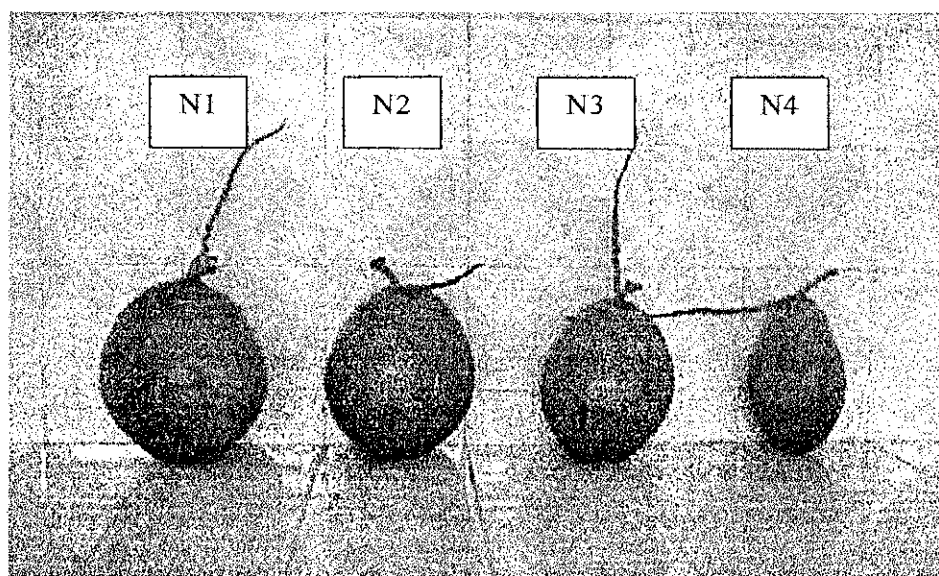


Figura 13 – Tipos de frutos colhidos em 12 meses de cultivo (7ª colheita), nos diferentes níveis de água de irrigação

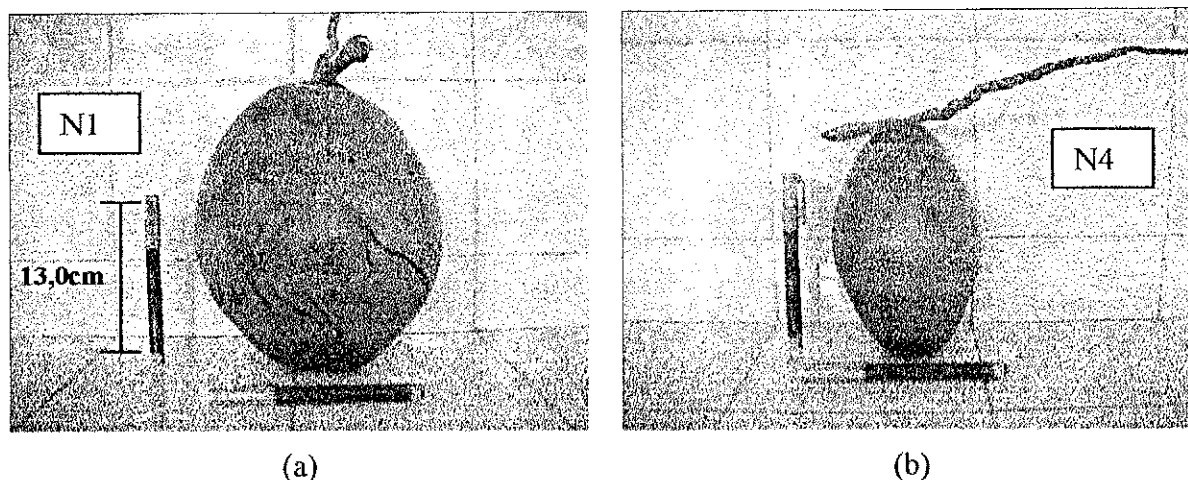


Figura 14 – Comparação do formato dos frutos colhidos em 12 meses de cultivo (7ª colheita), para os níveis  $N_1$  (a) e  $N_4$  (b) de água de irrigação.

Observou-se durante o período de estudo, uma queda prematura dos frutos recém formados (tamanho de um punho e pouco maiores) para os tratamentos mais salinos, inclusive frutos com cinco meses de formado, apresentando uma rachadura longitudinal da parte terminal do fruto ao pedúnculo, dando a nítida aparência de “explosão” devido provavelmente devido a elevação da pressão interna do fruto pela quantidade de água dentro do endocarpo e também pelas células de formação não apresentarem a parede celular completamente madura o que certamente impediria sua expansão. Constatou-se que este comportamento ocorreu após os primeiros meses de iniciado o período chuvoso da região (Anexo 01), fenômeno ocorrido após 6 meses do início dos tratamentos. Pode-se dizer com isso que o potencial osmótico da planta, em determinados momentos, era inferior ao do solo, principalmente nos períodos de precipitação onde o extrato do solo de forma menos concentrada, devido a diluição e lixiviação dos sais precipitados, era mais facilmente extraído pela planta. Estudos realizados por Ohler (1984) relatam que os primeiros sintomas de estresse hídrico são manifestados pela queda prematura de frutos e pela abscisão das folhas mais velhas, e que qualquer adição de água nessas condições será refletida diretamente na melhoria da aparência e da produtividade da planta. Segundo Nair (1989), a ocorrência de estresse hídrico severo pode afetar negativamente a produtividade do coqueiro por um período de 8 a 24 meses após cessado o estresse.

Nogueira et al. (1997) diz que o suprimento adequado de água na cultura do coqueiro promove aumento de produtividade e a constância de produção. Em um cultivo irrigado de uma plantação industrial no Benin (África), em solo arenoso, Costa (1985) registrou uma produção de 120 frutos/planta/ano.

#### 4.1.6. Produção de fitomassa de fruto

Constatou-se pelo resumo da análise de variância (Tabela 7) que a produção de fitomassa (nº de frutos colhidos x peso médio de fruto) de coco verde, considerando-se os valores (sem transformação) de nº de frutos na 9ª colheita e o nº médio de frutos colhidos em todo o período de estudo, que a mesma sofreu efeito significativo ( $p > 0,01$ ) da salinidade da água de irrigação na 9ª colheita, enquanto a produção média total de fitomassa não se mostrou significância (Anexo 02).

Para a 9ª colheita, conforme os estudos de regressão mostrado na Figura 16, o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a produção de fitomassa foi quadrático, atingindo-se um acréscimo de produção de 32,3% no N<sub>2</sub> e 18,91% em N<sub>3</sub> quando comparado a N<sub>1</sub>, porém para o N<sub>4</sub> observou-se um decréscimo de 41,3%. Observa-se pela Figura 17, que o efeito significativo sobre a produção total de fitomassa foi linear ( $r^2 = 0,79$ ), tendo um decréscimo de 40,09% em N<sub>4</sub>, em relação a N<sub>1</sub>.

Tabela 7 – Resumo de ANAVA para as variáveis produção de fitomassa na 9ª colheita (FITO9) e produção total de fitomassa (FITOT) para todo o período de estudo.

Fonte de variação	FITO 9	FITOT
	Valores de quadrado médio	
Salinidade (S)	36,1913 **	2715,5658 ns
Reg. Pol. Linear	26,5775 *	6479,7573 *
Reg. Pol. Quadr.	59,3839 **	550,3146 ns
Desv. Reg.	22,6125 ns	1116,6253 ns
Bloco	3,9843 ns	1440,4223 ns
QMRresíduo	3,5921	854,1547
CV%	24,7313	30,3411
Salinidade da água	Média	
	kg/planta	
N <sub>1</sub>	6,9900	118,5280
N <sub>2</sub>	11,3240	99,6220
N <sub>3</sub>	7,4740	103,5780
N <sub>4</sub>	4,8660	63,5700

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F", (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F".



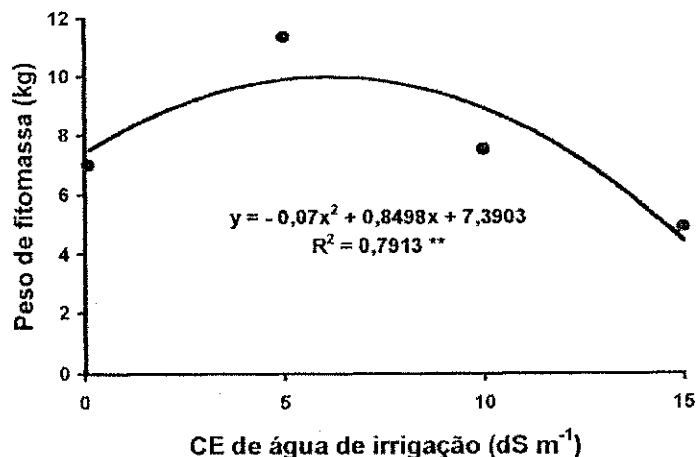


Figura 15 – Produção média de fitomassa para a 9ª colheita, em função da condutividade elétrica da água de irrigação

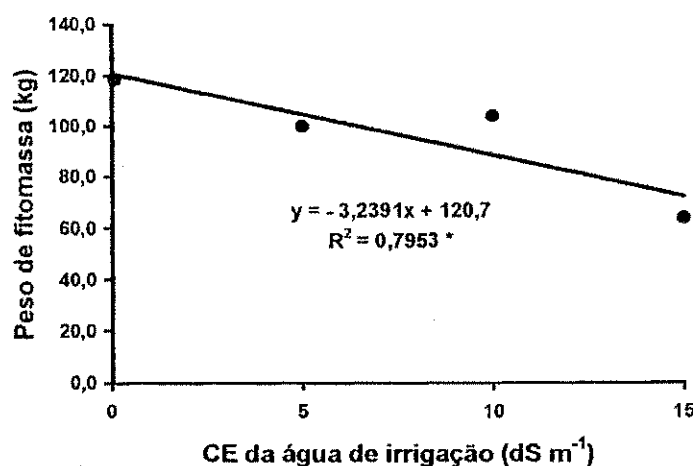


Figura 16 – Produção média total de fitomassa, em função da condutividade elétrica da água de irrigação

#### 4.2. Qualidade de frutos

Após 8 meses, os frutos apresentam um maior teor de gordura e a formação do albúmen sólido (camada carnosa, branca), depreciando o seu valor comercialmente palatável como água de coco. Realizou-se durante o período do experimento 7 colheitas, e em virtude da continuação do estudo adicionou-se aos resultados obtidos, dados de duas colheitas (8ª e 9ª) sequenciais (fevereiro e março de 2001) realizadas na mesma área. Isso foi feito para tornar ainda mais representativo e comprovatório o efeito da salinidade da água de irrigação na qualidade do fruto.

Em decorrência do cronograma de execução as análises de pH e CE da água de coco, na 2ª colheita, não constam nos resultados e também a análise de qualidade, na 4ª colheita, pela perda das amostras em virtude do apodrecimento dos frutos.

#### 4.2.1. Peso de frutos

O resumo da análise de variância para o peso de frutos (PFC) em 8 colheitas e peso médio de frutos (PMFT) considerando todas as colheitas (de julho de 2000 a março de 2001) está apresentado no Tabela 8. Constata-se que PFC sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação na 4ª, 6ª, 7ª e 9ª colheita, e também para o PMFT. Nota-se ainda que o PFC para o N<sub>4</sub> em relação ao N<sub>1</sub>, foi inferior em todas as colheitas.

Tabela 8 – Resumo de ANAVA para variável peso de fruto colhido mensal (PFC) e peso médio de fruto total (PMFT).

Fonte de variação	PFC1	PFC2	PFC3	PFC4	PFC5	PFC6	PFC7	PFC9	PMFT
Valores de quadrado médio x 100									
Sal. (S)	1036,66ns	127,03ns	464,81ns	1356,38*	4221,75ns	5238,61**	19005,4**	7603,60**	3193,58**
Linear	736,71ns	305,10*	1230,66*	3989,49**	3046,83ns	15456,3**	53302,5**	21230,7**	9330,29**
Quadr.	1808,48ns	60,31ns	1,02ns	29,58ns	5578,07ns	205,63ns	2178,82*	1355,06**	100,16ns
DR.	564,79ns	15,66ns	162,76ns	50,06ns	4040,34ns	53,95ns	1534,96*	225,09ns	150,29ns
Bloco	554,37ns	123,96ns	198,22ns	315,40ns	2699,04ns	320,98ns	424,95ns	115,38ns	84,54ns
QMR.	479,37	56,09	171,02	380,44	3363,40	401,94	240,29	101,47	82,11
CV%	11,8993	3,2316	5,5284	7,5959	24,9185	10,6859	8,7769	7,4418	4,44
Médias (g)									
N <sub>1</sub>	1850,0	2391,2	2481,08	2761,5	2724,7	2287,3	2600,68	1886,874	2362,8
N <sub>2</sub>	1890,0	2306,2	2364,94	2641,3	2026,812	1948,6	1779,49	1375,1	2078,3
N <sub>3</sub>	1980,0	2294,4	2370,9	2471,5	2293,14	1741,8	1547,5	1170,0	1957,0
N <sub>4</sub>	1640,0	2278,4	2245,1	2396,9	2264,868	1526,9	1136,9	982,5	1758,9

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

A Figura 17 revela, conforme os estudos de regressão, que o efeito da salinidade da água de irrigação sobre o PFC foi linear e decrescente para a 4ª e 6ª colheita, e que o PMFT (Figura 18) teve comportamento semelhante. Para a 7ª e 9ª colheita, o efeito foi quadrático e decrescente, e que os pesos foram reduzindo-se em cada colheita, para todos os tratamentos, exceto na 7ª colheita, que o peso de N<sub>1</sub> foi superior ao mesmo tratamento na colheita anterior a esta.

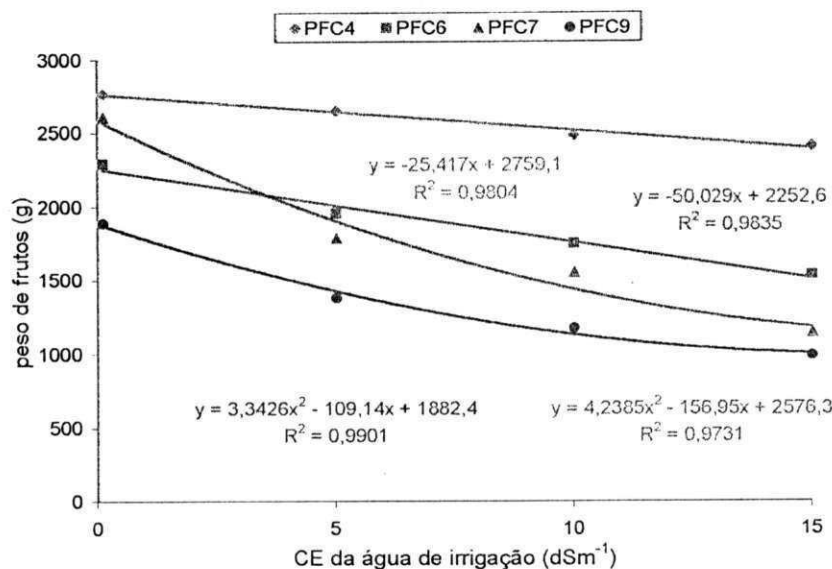


Figura 17 – Peso de fruto colhido, nas colheitas 4, 6, 7 e 9 em função da condutividade elétrica da água de irrigação

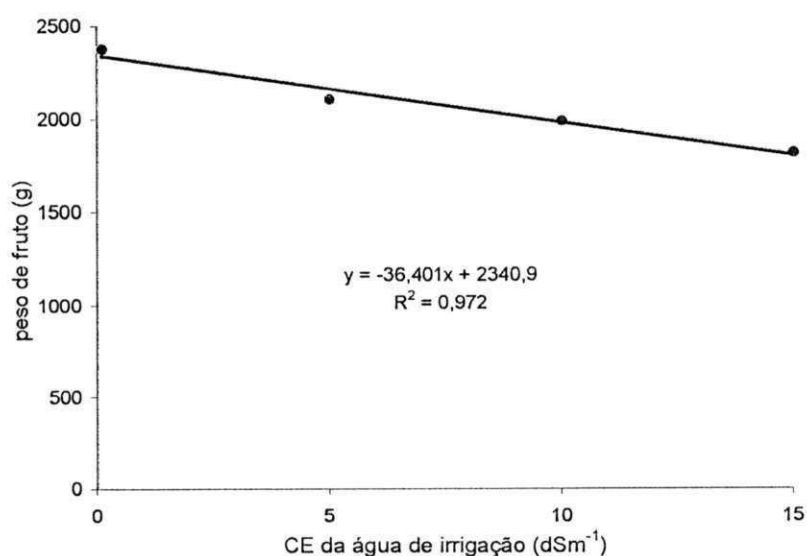


Figura 18 – Peso médio de fruto colhido para todas as colheitas, em função da condutividade elétrica da água de irrigação

Considerando o PMFT em todas as colheitas para os quatro tratamentos, verifica-se uma perda de rendimento no peso dos frutos de  $N_4$  ( $\text{CE}=15,0\text{dSm}^{-1}$ ),  $N_3$  ( $\text{CE}=10,0\text{dSm}^{-1}$ ) e  $N_2$  ( $\text{CE}=5,0\text{dSm}^{-1}$ ) em relação a  $N_1$  ( $\text{CE}=0,10\text{dSm}^{-1}$ ) de 23,21, 15,42 e 7,63%, respectivamente. Essa perda é bem maior se considerarmos as colheitas em que o efeito da salinidade se mostrou significativo, atingindo 46,71% para  $N_4$  na 9ª colheita.

#### 4.2.2. Volume de água-de-coco

Na Tabela 9 está apresentada a análise de variância para o volume de água-de-coco (VAC) em oito colheitas, e volume médio de água-de-coco (VMAC). Nota-se que VAC sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação na 1ª, cinco últimas colheitas e VMAC. Observa-se ainda que o VAC na 2ª colheita para os tratamentos mais salinos (N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub>) foi maior em relação a testemunha (N<sub>1</sub>), isso se deve provavelmente a época de maior precipitação na região, já mencionado (item 4.1.5). O VAC obtido em todos os níveis de salinidade da água de irrigação, até a sexta colheita, em relação aos volumes mínimos de refrigerantes, sucos, batidas, água mineral e inclusive de coco, etc., expostos comercialmente à população, ficaram dentro das especificações de venda, que no geral é em torno de 250 mL. Os volumes em todos os tratamentos foram reduzindo-se gradativamente a partir da 5ª até a última colheita.

Tabela 9 – Resumo de ANAVA para variável volume de água-de-coco (VAC) mensal e volume médio (VACT) total.

Fonte de variação	VAC1	VAC2	VAC3	VAC5	VAC6	VAC7	VAC8	VAC9	VACT
Valores de quadrado médio x 100									
Sal. (S)	118,22**	23,90ns	298,45ns	122,57*	416,48**	783,65**	402,30**	414,43**	345,49**
Linear	260,02**	22,39ns	314,98ns	293,63**	1152,89**	2213,01**	1229,29**	1051,84**	948,55**
Quadr.	9,60ns	5,67ns	2,68ns	49,95ns	95,26*	114,24**	15,68ns	159,51**	63,47*
DR.	85,03ns	43,65ns	577,70ns	24,14ns	1,28ns	23,69ns	38,07ns	31,94ns	24,45ns
Bloco	33,91ns	22,67ns	253,73ns	4,25ns	15,32ns	11,50ns	2,86ns	10,10ns	14,11ns
QMR.	19,26	56,69	134,39	17,57	11,73	11,27	14,96	16,25	11,56
CV%	10,3636	15,1027	22,6847	8,8907	10,4913	11,8861	18,7793	21,1094	9,88
Médias (ml.)									
N <sub>1</sub>	474	486	599	552	451	452	334	322	459
N <sub>2</sub>	419	479	543	493	336	292	210	179	343
N <sub>3</sub>	442	528	524	410	274	226	182	147	310
N <sub>4</sub>	359	501	483	432	245	160	95	116	264

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

Mostra-se na Figura 19 (a) e (b), de acordo com os estudos de regressão, efeito linear da salinidade sobre o VAC para a 1ª, 5ª, 6ª, 7ª e 8ª colheita, tendo N<sub>3</sub> superado o volume de N<sub>2</sub> na 1ª, N<sub>4</sub> sendo maior que N<sub>3</sub> na 5ª, nas quatro ultimas e para o VMAC obteve-se comportamento decrescente. Para a e 9ª colheita, o efeito foi quadrático e decrescente.

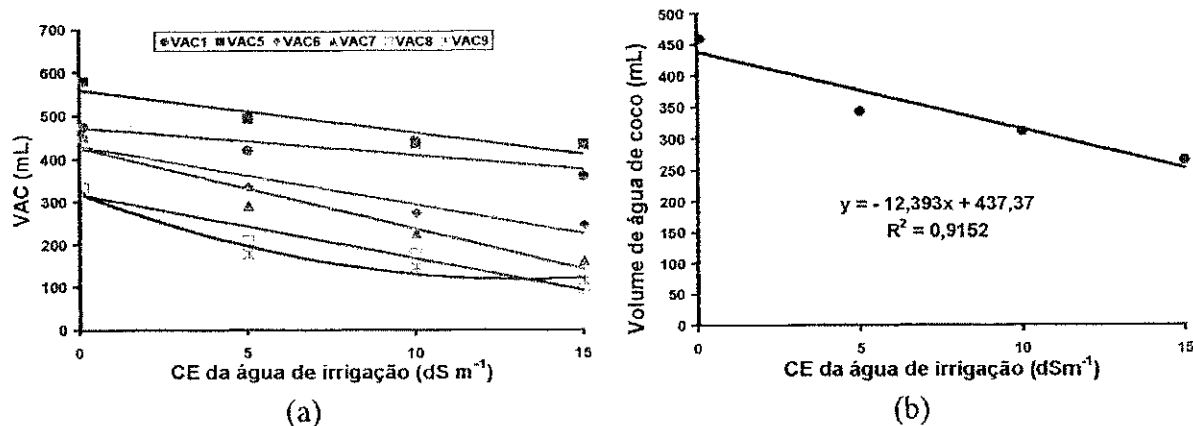


Figura 19 – Efeito da salinidade da água de irrigação no volume de água de coco (VAC) nas colheitas 1, 5, 6, 7, 8 e 9 (a); e volume médio de água de coco (VMAC) para todas as colheitas (b).

#### 4.2.3. °Brix da água-de-coco

Houve um aumento nos sólidos solúveis (°Brix), que poderá ser um importante critério para produção de água-de-coco. O comportamento do °Brix em cada colheita e °Brix médio (°BrixT) em todo estudo está evidenciado na análise de variância contida na Tabela 10 e representado pela Figura 20 (a). A salinidade da água de irrigação afetou o °Brix da água-de-coco da 3ª a 7ª colheita e o °BrixT, de forma linear e crescente (Figura 20 (b)). Concordando com Shalhevet & Yaron (1973) em trabalho com tomate, onde diz que se os agricultores, consumidores ou a indústria compararem o produto com base no teor de °Brix, provavelmente não serão penalizados economicamente pela salinidade.

Tabela 10 – Resumo de ANOVA para variável °Brix da água-de-coco (°Brix) mensal e °Brix médio total (°BrixT).

°	°Brix1	°Brix2	°Brix3	°Brix5	°Brix6	°Brix7	°Brix8	°Brix9	°BrixT
	Valores de quadrado médio								
Sal. (S)	0,3113ns	0,0458ns	0,5625**	0,4389**	1,4720**	0,7413*	0,5067ns	0,2333ns	0,318**
Linear	0,8855*	0,0625ns	1,2833**	1,2296**	4,3250**	2,1906**	0,5044ns	0,3169ns	0,938**
Quadr.	0,0481ns	0,0131ns	0,0456ns	0,0861ns	0,0360ns	0,0070ns	0,1380ns	0,2370ns	0,014ns
DR.	0,0004ns	0,0619ns	0,3585*	0,0009ns	0,0550ns	0,0264ns	0,8776ns	0,1461ns	0,002ns
Bloco	0,0800ns	0,2450ns	0,0636ns	0,0133ns	0,1230ns	0,0430ns	0,4533ns	0,2433ns	0,019ns
QMR.	0,1213	0,1583	0,0466	0,0222	0,0870	0,2030	0,3333	0,3196	0,026
CV%	7,3332	8,1623	4,0229	2,5195	4,5239	6,9104	9,2376	9,3596	2,76
	Médias (°Brix)								
N <sub>1</sub>	4,52	4,80	4,92	5,40	5,88	6,08	6,25	6,06	5,48
N <sub>2</sub>	4,60	4,80	5,48	5,86	6,28	6,40	5,92	6,32	5,70
N <sub>3</sub>	4,80	5,00	5,35	6,13	6,84	6,60	6,52	5,98	5,92
N <sub>4</sub>	5,08	4,90	5,72	6,26	7,08	7,00	6,55	5,80	6,05

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

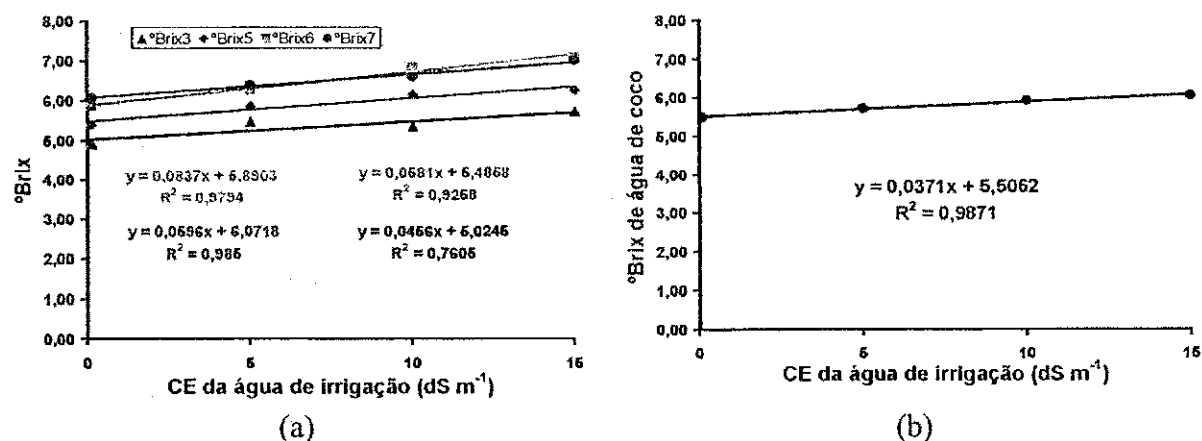


Figura 20 – Efeito da salinidade da água de irrigação no °Brix nas colheitas 3, 5, 6 e 7(a); e °BrixT para todas as colheitas (b).

#### 4.2.4. CE da água-de-coco

O resumo da análise de variância para CE da água de coco (CEac) em cada colheita e a CE média em todo o estudo (CEacT), está apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Resumo de ANOVA para variável condutividade elétrica de água de coco (CEac) mensal e média total (CEacT).

Fonte de variação	CEac1	CEac3	CEac5	CEac6	CEac7	CEac8	CEac9	CEacT
	Valores de quadrado médio							
Sal. (S)	0,4020*	0,1848**	0,0139ns	0,2205**	0,9847**	0,5800**	1,1298**	0,2935**
Linear	0,0280ns	0,5524**	0,0280ns	0,3751**	2,8206**	1,7174**	3,2795**	0,7446**
Quadr.	0,0009ns	0,0012ns	0,0075ns	0,1907*	0,0016ns	0,0178ns	0,0805ns	0,0060ns
DR.	1,1770**	0,0008ns	0,0061ns	0,0956ns	0,1319ns	0,0049ns	0,0295ns	0,1298*
Bloco	0,0749ns	0,0179ns	0,0065ns	0,0097ns	0,1589ns	0,1250ns	0,0292ns	0,0207ns
QMR.	0,0924	0,0265	0,0120	0,0320	0,0556	0,0417	0,0536	0,0184
CV%	4,2911	3,6560	2,4160	3,7183	4,6880	3,8697	4,4050	2,5905
	Médias (dS m <sup>-1</sup> )							
N <sub>1</sub>	7,0160	4,2400	4,4367	4,5000	4,5000	4,8750	4,7600	4,9180
N <sub>2</sub>	7,4340	4,3600	4,5700	4,9400	4,9600	5,2200	5,0600	5,2680
N <sub>3</sub>	6,7500	4,5260	4,5533	4,8800	5,0800	5,3000	5,3200	5,2260
N <sub>4</sub>	7,1340	4,6800	4,5867	4,9300	5,5800	5,7750	5,8800	5,5080

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F", (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

Constata-se que a salinidade da água de irrigação afetou, significativamente, a CEac na 1<sup>o</sup>, 3<sup>a</sup>, quatro últimas colheitas e considerando CEacT. Em relação ao estudo de regressão mostrado na Figura 21 (a) e (b), o efeito foi quadrático para 6<sup>a</sup> colheita, e para 3<sup>a</sup> e quatro últimas colheitas mostram efeito linear e crescente, mesmo efeito linear e significância é evidenciado para CEacT. Há pelo mercado consumidor em certas regiões, uma preferência palatável pela água-de-coco com um sabor salobro em relação ao sabor mais adocicado, nesse caso, o aumento do °Brix foi compensado com a elevação do nível de CEac, balanceando o sabor que provavelmente teria uma boa aceitação no mercado.

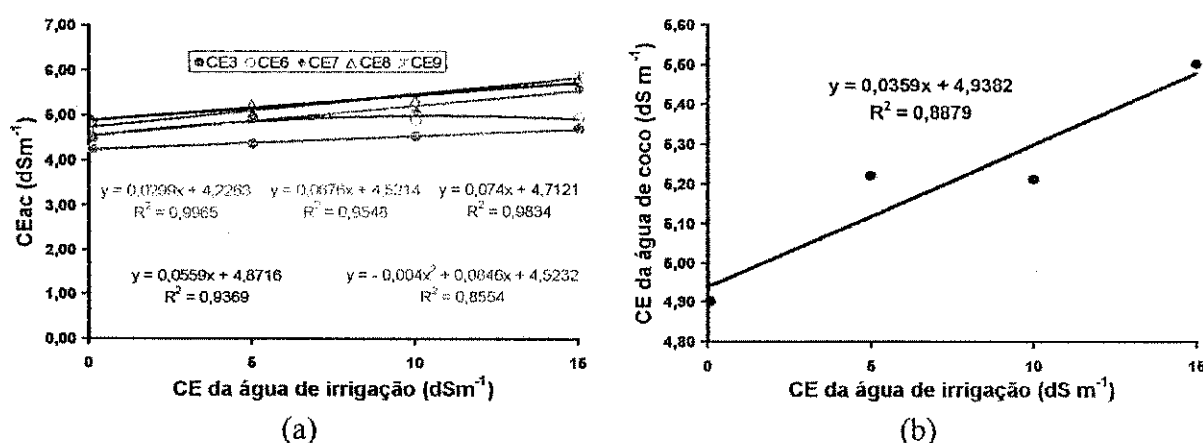


Figura 21 – Efeito da salinidade da água de irrigação na condutividade elétrica da água de coco (CEac) nas colheitas 3, 6, 7, 8 e 9 (a); e condutividade elétrica da água de coco média (CEacT) para todas as colheitas (b).

#### 4.2.5. pH da água-de-coco

Os resultados da análise de variância para o pH da água-de-coco nas colheitas analisadas e o comportamento médio para todo o cultivo (pHT) é visto na Tabela 12. Constata-se que o pH sofreu efeito significativo da salinidade apenas na 5<sup>a</sup> colheita, apesar que a partir desta houve uma pequena elevação do pH nos níveis salinos em relação a N<sub>1</sub>, elevação esta que praticamente não se diferencia entre eles. Considerando o pHT, o efeito foi significativo.

Tabela 12 – Resumo de ANAVA para pH de água de coco mensal e média total (pHT).

Fonte de variação	pH1	pH3	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	pHT
Valores de quadrado médio								
Sal. (S)	0,0045ns	0,0040ns	0,1919**	0,1607ns	0,1698ns	0,1183ns	0,2085ns	0,0641*
Linear	0,0121ns	0,0036ns	0,3658**	0,4342*	0,4474*	0,1645ns	0,0088ns	0,1080*
Quadr.	0,0005ns	0,0021ns	0,0676ns	0,0328ns	0,0620ns	0,1925ns	0,5412*	0,0774*
DR.	0,0009ns	0,0063ns	0,1424*	0,0150ns	0,0000ns	0,0021ns	0,0755ns	0,0068ns
Bloco	0,0025ns	0,0283*	0,0133ns	0,0780ns	0,0793ns	0,0117ns	0,0217ns	0,0126ns
QMR.	0,0028	0,0086	0,0144	0,0840	0,0586	0,0800	0,0781	0,0135
CV%	1,1032	1,8679	2,2430	5,2985	4,6059	5,3116	5,3686	2,2389
Médias (pH)								
N <sub>1</sub>	4,80	4,98	5,00	5,22	5,00	5,07	5,04	5,02
N <sub>2</sub>	4,80	4,98	5,50	5,48	5,24	5,40	5,46	5,24
N <sub>3</sub>	4,84	4,92	5,37	5,54	5,38	5,44	5,28	5,26
N <sub>4</sub>	4,86	4,96	5,57	5,64	5,40	5,35	5,04	5,24

(ns) Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"; (\*) Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste "F"  
 (\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste "F"

#### 4.2.6. Teor de nutrientes na água-de-coco

Observa-se na Tabela 13, a análise química do teor de nutrientes da água-de-coco em duas épocas (1ª e 7ª colheita).

Tabela 13 – Análise da água-de-coco para os quatro níveis de salinidade (N) na 1ª (06/07/2000) e 7ª colheita (15/01/2001).

Salinidade de água	Nutrientes totais								
	Ca	Mg	Na	K	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn
-----mg L <sup>-1</sup> -----									
N <sub>1</sub>	160	67	23	1439	1663	0,3	Não detectado	0,2	1,1
N <sub>2</sub>	156	60	51	1381	1503	0,3		0,2	2,6
N <sub>3</sub>	150	53	44	1268	1574	0,3		0,1	-
N <sub>4</sub>	176	49	44	1346	1680	0,2		0,1	1,9
Média	160	58	39	1357	1606	0,3		0,1	1,87
N <sub>1</sub>	190	53	28	1615	1358	0,3	Não detectado	0,4	1,0
N <sub>2</sub>	266	88	253	1564	1755	0,1		0,2	0,8
N <sub>3</sub>	330	84	193	1619	1773	0,1		0,2	0,5
N <sub>4</sub>	358	102	170	2168	2180	0,2		0,2	2,4
Média	286	82	161	1743	1765	0,2		0,3	1,1

Quanto a composição iônica da água do coco, constatou-se que o cloreto é o componente presente em maior concentração na água de coco seguido do K cujos teores aumentaram com o aumento da salinidade de água (Figura 22). Segundo Souza et al. (1997), o nutriente cloro é altamente exigido pelas plantas da família Palmae (*Arecaceae*), sua importância está relacionada com o crescimento da planta, maior quantidade de frutos, melhor qualidade dos frutos, atuando no processo de abertura e fechamento dos estômatos,



estresse hídrico e na tolerância a doenças. Segundo Pillai & Davis (1963) trabalhando com coqueiro gigante, grandes quantidades de potássio é exportada pelo fruto. Segundo Uexkulll (1972) a aplicação de KCl aumentou o peso do albúmen sólido em 54%, o teor de Cl na folha de  $0,40 \text{ g kg}^{-1}$  para  $2,33 \text{ g kg}^{-1}$  e o teor de potássio permaneceu praticamente constante. Os teores de Ca, Mg e Na na 7ª colheita (Figura 23) foram maiores em relação à primeira, com destaque para o Na, devido efeito acumulativo de sais do solo com o tempo.

Em relação a média geral dos quatro tratamentos, nas duas épocas, o comportamento entre os nutrientes é o mesmo.

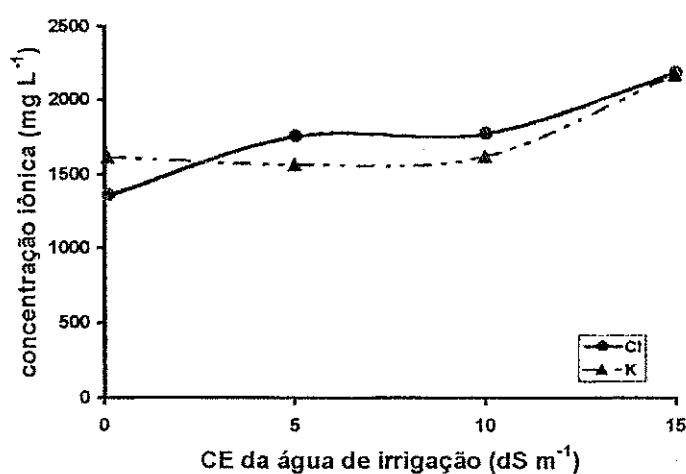


Figura 22 – Concentração iônica média do Cl e do K (7ª colheita) na água de coco em função da salinidade de irrigação

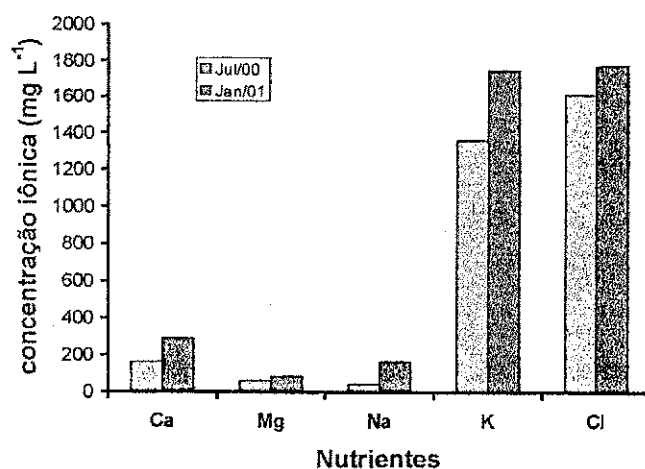


Figura 23 – Teor médio de Ca, Mg, Na, K, Cl para duas colheitas (1ª e 7ª colheita)

Em trabalhos mais recente, Ouvrier (1984) trabalhando com coqueiro híbrido, confirma os resultados anteriores em relação a remoção de nutrientes pelo fruto (casca, coque e albúmen sólido) e diz ainda que a remoção do cloro só é menor que a do potássio e do nitrogênio.

Não foi detectado a presença do elemento Cu nas duas determinações.

#### 4.3. Salinidade final do solo

Os resultados da análise do solo, para os todos os tratamentos, nas profundidades 0-30, 30-60 e 60-90 no início e 0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm ao final do estudo, estão mostrados na Figura 24. Observa-se que houve um aumento no acúmulo de sais no solo nas 4 profundidades ao término do estudo, em comparação com a salinidade do solo ao iniciar o experimento. Este aumento foi diretamente proporcional ao aumento dos níveis da CE da água de irrigação, e que a intensidade de acumulação em N<sub>2</sub> se pronunciou de 0-20, e em N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub> de 20-40 com valores de CEes de 4,63 e 5,54 dS m<sup>-1</sup>. Santos (1997), Medeiros (1998) dentre outros, constataram acumulação de sais no solo com a elevação dos níveis de salinidade da água de irrigação. Cruciani et al. (1996), Jury et al. (1978), Shalhevet & Yaron (1973) e Yadav & Girdhar (1980), verificaram que o acúmulo de sais é diretamente proporcional à concentração salina da água de irrigação. Segundo vários autores, dentre eles, Rhoades (1972), Dahiya et al. (1983), Oliveira (1983) e Medeiros (1998), o maior acúmulo de sais na camada mais superficial, se deve possivelmente, ao período de irrigação, associado à maior concentração das raízes, onde a perda de água pela evapotranspiração da cultura é maior, forçando a água de irrigação aplicada ficar retida nessa camada.

O comportamento do pH mostrado na Figura 25, revela uma redução linear do pH da pasta de saturação com o aumento da salinidade da água de irrigação ao final do experimento.

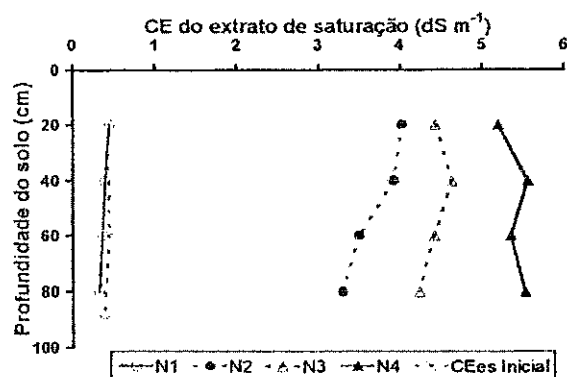


Figura 24 – Salinidade do extrato de saturação para cada tratamento com o aumento da profundidade do solo, antes de iniciar com os tratamentos e ao término do estudo.

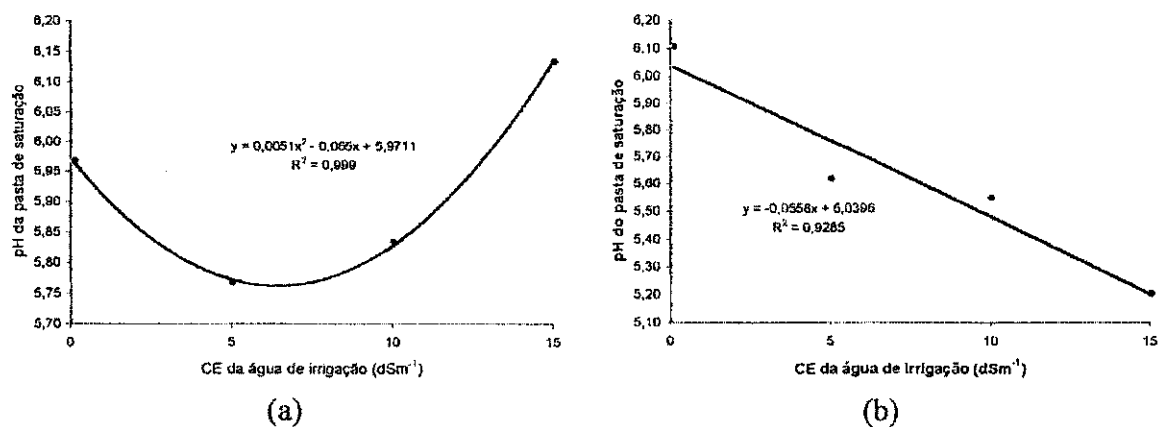


Figura 25 – pH médio da pasta de saturação do solo para cada tratamento antes de iniciar com os tratamentos (a); e ao término do estudo (b).

O aumento da salinidade da água de irrigação originou um aumento na condutividade elétrica do extrato de saturação (Figura 26(a)), com valores variando de 0,37 a 5,39  $\text{dS m}^{-1}$ , para águas de 0,1 e 15,0  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. A RAS teve comportamento semelhante ao descrito anteriormente (Figura 26(b)).

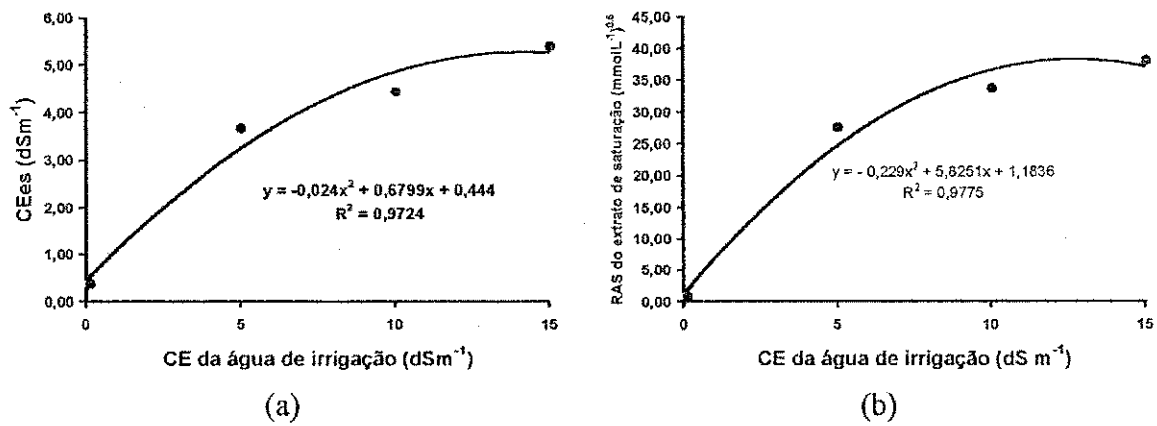


Figura 26 – CEes média para cada tratamento (a); e RAS do extrato de saturação em função da salinidade da água de irrigação(b), próximo ao término do estudo.

## 5. CONCLUSÕES

1. A salinidade da água de irrigação aumentou o intervalo de emissão foliar de 22,3 em  $N_1$  ( $0,1 \text{ dS m}^{-1}$ ) para 29,6 dias em  $N_4$  e reduziu a duração da folha. A salinidade não afeta o nº de folhas vivas até  $5 \text{ dS m}^{-1}$  havendo decréscimo de 6,67% em  $N_3$  ( $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e 13,78% em  $N_4$  ( $15,0 \text{ dS m}^{-1}$ ).
2. O teor médio de Na na folha do coqueiro aumenta com a salinidade, elevando-se 39% no  $N_4$  em relação a  $N_1$ , no final do experimento. A quantidade de Cl na folha é superado apenas pelo N e pelo K. O teor de K diminui com a salinidade.
3. O intervalo entre emissão de inflorescências é afetado significativamente pela salinidade a partir da 7ª inflorescência, ocorrendo incremento relativo de 1,2% no intervalo de dias entre a 7ª e 8ª e 1,5% entre a 8ª e 9ª emissão, a cada incremento de  $1 \text{ dS m}^{-1}$ .
4. O número de flores femininas aumenta com a salinidade. O nº médio de flores em  $N_4$  elevou-se 140% em relação a  $N_1$ ; na última inflorescência emitida durante o estudo, obteve-se uma média de 227 flores em  $N_4$ .
5. As produções para todos os níveis de salinidade, são superiores àquelas do cultivo do coqueiro em condições de sequeiro, considerando a idade de quatro anos. A produção média total obtida com a água de menor nível de salinidade ( $N_1=0,1 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi de 55,75 frutos/planta reduzindo em 27,26% para água mais salina ( $N_4=15 \text{ dS m}^{-1}$ ). A maior produção foi obtida no  $N_3$  com 60,7 frutos/planta em 9 colheitas.

6. O peso de frutos colhidos reduziu a cada colheita, em todos os tratamentos, o peso em  $N_4$  é inferior em todas as colheitas em relação ao  $N_1$ . Ocorre perda de rendimento no peso dos frutos em relação a  $N_1$  de 25,56, 17,17 e 12,0%, em  $N_4$ ,  $N_3$  e  $N_2$  respectivamente, atingindo 52,07% na 9ª colheita em  $N_4$ .
7. O volume de água de coco é maior nos níveis mais salinos ( $N_3$  e  $N_4$ ) com a intensidade das chuvas. Os volumes em todos os tratamentos reduz-se gradativamente a partir da 5ª até a última colheita. O volume de água de coco até a sexta colheita, apresenta um valor mínimo de 250 mL no  $N_4$ .
8. A salinidade da água de irrigação eleva o °Brix médio da água de coco, com um incremento relativo de 0,70% a cada incremento de 1 dS  $m^{-1}$ .
9. A salinidade da água de irrigação eleva a condutividade elétrica média da água de coco em 12% no  $N_4$  em relação a  $N_1$ .
10. O pH médio da água de coco aumenta com a salinidade da água de irrigação em média 4% em relação a testemunha ( $N_1$ ).
11. O cloreto é o componente nutricional de maior concentração na água-de-coco com o aumento da salinidade. Os teores de Ca, Mg, Na, K, Cl e Fe na 7ª colheita elevaram-se em relação à primeira, com destaque para o Na, com o aumento da salinidade da água de irrigação.
12. Houve um aumento no acúmulo de sais no solo nas 4 profundidades ao término do estudo, sendo diretamente proporcional ao aumento dos níveis da CE da água de irrigação, a maior acumulação de sais até  $N_3$  se dá na camada superficial (0-40 cm) e em  $N_4$  na camada mais profunda (40-80 cm). O aumento da salinidade da água de irrigação origina um aumento na condutividade elétrica do extrato de saturação, com valores variando de 0,37 a 5,39 dS  $m^{-1}$ , para águas de 0,1 e 15,0 dS  $m^{-1}$ , respectivamente. Mesmo comportamento é evidenciado para a RAS.
13. O pH da pasta de saturação reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação ao final do experimento.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. *Advances in Agronomy*, New York, v.16, p.139-180, 1964.
- ALVIN, A. J. de SOUSA. **Importância do equilíbrio iônico do meio no desenvolvimento das plantas sob condições de salinidade**. *Agricultura*, Lisboa, 13 (3): 33-35, jan/mar. 1973.
- ANIKUMAR, K. S.; WAHIDE, P. A. La réposition des racines actives chez le cocotier. *Oléagineux*, v.49, n.8/9, p.337-342, 1988.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.52, 1992.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.60, 2000.
- ARAGUEZLAFARGA, R. **Adequacion del água para riego**. Tenerife: INIA, 1982. (INIA. Curso Internacional de Riego Localizado, 3).
- ARMILLAS, P. **A history of land use in at al regions "In Arid Zone"**. Stamp. Ed V.17, p.255-276. UNESCO, Paris, 1961.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **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 (s.n), 1990. p. 147-153.
- AYERS, R. S. Quality of irrigation water. *Journal of Irrigation Drainage*, v.103, p.135-154, 1977.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. Tradução de GHEYI, H. R.; MADEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. 1991, 218p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).
- BARRIOS, J. **Prevencion de problemas de drenaje y salinidad de suelos irrigados: Curso sobre operacion y mantenimiento de perímetro irrigados**. Juazeiro-BA: MINTER/SUDENE/IICA, 1976. 23p.
- BAR-YOSEF, B. Fertilization under drip irrigation. In: PALGRAVE, D. A. (ed.) **Fluid fertilizer: science and technology**. New York: Marcel Dekker, 1991. Cap.14, p.285-329. (Fertilizer Science and Technology Series, 7).

- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação e Drenagem**. 6.ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995. 657p.
- BERNSTEIN, L.; PEARSON, G. A. Influence of integrated moisture stress achieved by varying the osmotic pressure of culture solutions on growth of tomato and pepper plants. *Soil Sci.*, n.77, p.355-68, 1954.
- BERNSTEIN, L.; HAYWARD, H. E. Physiology of salt tolerance. *Annual Rev. Plant Physiology*, Palo Alto, v.9, p.25-46, 1958.
- BERNSTEIN, L. **Salt tolerance of grasses and forage legumes**. Washington D. C.: U. S. Department of Agriculture, 1958. 7p. (USDA. Inform. Bull., 194).
- BERNSTEIN, L. Tolerance of plants to salinity. *J. Irrig. Drain. Div.*, v. 87, n. 4, p. 1-12, 1961a, (ASCE. Proceeding Paper, 3005).
- BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E. Comparisons of drip, furrow, and sprinkler irrigation. *Soil Science*, v.115, n.1, p.73-86, 1973a.
- BERNSTEIN, L. Crop growth and salinity. *In: SCHILFGAARD, J. van (ed). Drainage for agriculture*. Madison, Amer. Soc. Agron. 1974. cap. 3, p.39-54. (Agronomy, 17).
- BERNSTEIN, L. Effect of salinity and sodicity on plant growth. *Annual Rev. Phytopathol.*, Palo Alto, n.13, p. 295-311, 1975.
- BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E. Effect of frequency of sprinkling with saline waters compared with daily drip irrigation. *Agronomy Journal*, v.67, p.185-190, 1975.
- BIGGAR, J. W. **Water quality for agriculture and related uses**. Departmente of Land, Air and Water Resources. University of California. Class Notes. 1984.
- BLACK, C.A. **Relaciones suelo-planta**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sul, 1975. 444p.
- BOHN, H. L.; McNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. A. **Soil chemistry**. 2<sup>a</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. 341p.
- BRADY, N.; BUCKMAN, H. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S. A., 1983. 647p.
- BRESLER, E.; McNEAL, B. L.; CARTER, D. L. **Saline and sodic soil: Principles, dynamics and modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 249 p.
- BRESLER, E.; HOFFMAN, G. J. Irrigation management for salinity control: theories and tests. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.50, p.1552-1560, 1986.
- BRESLER, E. Application of a conceptual model to irrigation water requirement and salt tolerance of crops. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.51, p. 788-793, 1987.
- CARNEIRO, P. T. **Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce sob condições de salinidade**. Campina Grande: UFPB, 2001. 85p. (Dissertação de Mestrado).



- 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).
- CHAPMAN, V.J. Salinity problem in general its importance and distribution with special reference to natural halophytes. In: POLJAKOFF, A.; GALE, J. (ed.). **Plants in Saline Environments**. New York: Springer - Verlag Berlin, 1975. p.7-24.
- CHAVAN, P. D. & KARADGE, B. A. Influence of salinity on mineral nutrition of peanut (*Arachis hypogea* L.). **Plant and Soil**, 94 (1): 5-13, 1980.
- CHILD, R. **Cocoanuts**. London: Longman, 1974. 335p.
- CHRISTIANSEN, J. E.; OLSEN, E. C.; WILLARDSON, L. S. Irrigation water quality evaluation. **Journal of the Irrigation and Drainage**, Berlin, v.103, p.155-169, 1977.
- CINTRA, F. L. D. C.; LEAL, M. de L. da S.; PASSOS, E. E. M. **Avaliação e distribuição do sistema radicular de coqueiros-anões**. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1992. 8p. (Embrapa-CNPCo. Comunicado Técnico, 36).
- 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 Ciências do Solo**, v.6, p.242-244, 1982.
- COSTA, R. G., GHEYI, H.R. Variação da qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha, PB. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.19, n.8, p.1021-5, ago. 1984.
- COSTA, R. G. **Relatório técnico do curso internacional sobre operação e manejo de distritos de irrigação e do estágio com a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa-UEPAE de Aracaju, 1985. 26p.
- COSTA, R. G.; PASSOS, E. E. M.; GHEYI, H.R. **Aplicação de água salina na irrigação de plantas jovens de coqueiro (*Cocos nucifera* L.)**. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1986. 5p. (Embrapa-CNPCo. Pesquisa em Andamento, 37).
- CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1987. 337p.
- CRUCIANI, D. E.; MEDEIROS, J. F.; VILLA, S. T. Salinização de solo cultivado com feijão sob irrigação e lixiviação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. 11., Campinas, 1996. **Anais**. Campinas: FEC/FEAGRI/ABID, 1996. p.641-652.
- CRUZ, W. P. de & MELO, F. de A. F. **Estudo geoquímico preliminar das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil**. Recife: SUDENE/Divisão de documentação, 1974. 128p. (Brasil. SUDENE. HIDROGEOLOGIA, 19).
- DAHIYA, S. S., DAULTA, B. S., AHLAWAT, V. P. Salt tolerance of fruit crops: a review. **Haryana J. Hort. Sci.**, v.12, n.1-2, p.52-62, 1983.
- DAKER, A. **Irrigação e drenagem: A água na agricultura**. 6.ed. ver. e ampl. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 543p. v.3.
- DAKER, A. **A água na agricultura**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, v.3, 1988, 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.
- DONEEN, L. D. Water quality for irrigated agriculture. In: POLJAKOFF-MAYBER, A.; GANE, J. (Ed.) **Plants in saline environments**. Berlin; Springer-Verlag, 1975. p.56-76. (Ecological Studies, 15).
- EATON, F. M. Toxicity and accumulation of chloride and sulfate salts in plants. **Jour. Agr. Res.**, n.64, p.357-99, 1942.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros. (Aracaju, SE). **Recomendações técnicas para o cultivo do coqueiro**. Aracaju, 1993. 44p. (Embrapa-CPATC. Circular Técnico, 1).
- EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. New York: John Wiley and Sons. 1972. 412p.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; GHEYI, H. R. Avaliação de cultivares de arroz para tolerância à salinidade. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.16, n.5, p.677-681, 1981.
- FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Ed. Campus; Goiânia: EMBRAPA, 1984. cap.10, p.302-2.
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p (EMBRAPA-CNPAP. Documento, 18).
- FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E. & MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.363-383.
- FAO. **World Agriculture Toward 2000: An FAO Study**. N. Alexandratos (ed.) Bellhaven Press, London, 1988. 338p.
- FAO. FAOSTAT. Internet site <http://apps.fao.org/default.htm>, 20.03.2001.
- FERREIRA, J. M. S.; LIMA, M. F. de; SANTANA, D. L. de Q.; MOURA, J. I. L.; SOUZA, L. A. de. Pragas do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. 2ed. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. cap 8. p.189-267.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 1991. 437p.
- FERRI, M. G. **Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)**. São Paulo: Melhoramentos, 1973. 149p.
- FRÉDMOND, Y.; ZILLER R.; NUCÉ de LAMOTHE, M. de **El cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona: Editorial Blume, 1966. 236p.

- FRÉDMOND, Y.; ZILLER R.; NUCÉ de LAMOTHE, M. de **El cocotero**. Barcelona: Blume, 1969. 607p.
- FRÉDMOND, Y.; ZILLER R.; NUCÉ de LAMOTHE, M. de **El cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona: Editorial Blume, 1975. 236p.
- FRENKEL, L. H. Reassessment of water quality criteria for irrigation. *In*: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, J. **Soil salinity under irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, p.143-72, 1984.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, Manejo e recuperação dos solos afetados por Sais**. Documento elaborado para Escola Superior de Agricultura de Mossoró/RN, 1992. 70p.
- GOES, C. S. **Problemas de salinidade e drenagem em projetos de irrigação do Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento**. Recife: MINTER/SUDENE, 1978. 20p.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8ª ed. São Paulo. Nobel, 1978. 430p.
- GUTIÉRREZ, M. A. C. Importância econômica do coqueiro. *In*: FERREIRA, M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. 2ed. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. cap 1. p.17-64.
- HAYWARD, H. E., SPURR, W. B. Effects of isosmotic concentrations of inorganic and organic substrats on entry of water into corn roots. **Bot. Gaz.**, n.105, p.152-64, 1943.
- HAYWARD, H. E.; WADLEIGH, C. H. Plant growth on saline and alkali soils. **Advance Agronomy**, v.1. p.1-38, 1949.
- HELWEG, O. J. M.; ASCE, D. A.; ASCE, A. M. Estimating irrigation water quantity and quality. **Journal of Irrigation and Drainage**, v.175-188, 1980.
- HOFFMAN, G. J.; RHOADES, J. D.; LETEY, J.; SHENG, F. Salinity management. *In*: HOFFMAN, J. G.; HOWELL, T. A.; SALOMON, K. H. (ed.). **Management of Farm Irrigation Systems**. St. Joseph, Michigan: ASAE/Pamela De-Vore-Hansen, 1992. P.667-715. (ASAE Monograph, 9).
- HOLANDA, J. S. **Manejo de solo salino-sódico na região do Baixo Açu-RN**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. 84p. (Tese de Doutorado).
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. *In*: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E. & MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.137-169.
- HOORN, J. W. van. **Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects**. *In*: Salinity Seminar, Baghdad. Rome: FAO, 1971. p.117-35. (FAO. Irrigation and Drainage Papper, 7).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- IRHO. **Premiers resultats des essais d'irrigation sur cocotier**. Paris, 1976. Paginação irregular (datilografado).

- JAYASEKARA, K. S.; JAYASEKARA, C. Efficiency of water use in coconut under different soil/plant management systems. In: NAIR, M. K.; KHAN, H. H.; GOPALASUNDARAM, P.; BHASKARARAO, E. V. V. ed. **Advances in coconut research and development**. New Delhi: ISOCRAD, 1993. 427p.
- JURY, W. A.; FRENKEL, H.; DIVITT, D.; STOLZY, L. H. Transient changes in the soil-water system from irrigation with saline water. II. Analysis of experimental data. **Soil Science Society of America Journal**, v.42, p.585-590, 1978.
- KLAR, A. E. A água no sistema solo/planta/atmosfera. São Paulo; Nobel, 1984. 401p.
- KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVET, Y. Quality of irrigation water. In: KOVDA, V. A.; BERG, C. van den; HAGAN, R. M. (eds.). **International source book on irrigation, drainage and salinity**. London: HUTCHINSON/ FAO/UNESCO, Cap.7, p. 177-205, 1973.
- KRAMER, P. J. **Plant and soil water relationships: a modern synthesis**. New York: Academic Press, 1969. cap.6, p.207-213.
- KUSHWAH, B. L.; NELLIAT, E. V.; MORKAVE, V. T.; SUNNY, A. F. Rooting pattern of coconuts (*Cocos nucifera* L.). **Indian Coconut of Agronomy**, v.18. p.71-74, 1973.
- LARAQUE, A. **Estudo e previsão da qualidade química da água dos açúdes do Nordeste**. Recife: SUDENE, 1989. 97p. (Série Hidrológica, 26).
- LÄUCHLI, A. Salt exclusion: an adaptation of legumes for crops and pastures under saline conditions. In: STAPLES, R. C.; TOENNIESSEN, G. H., ed. **Salinity tolerance in plants: strategies for crop improvement**. New York; Wiley, 1984. p.171-187.
- LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K.(Ed.) **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. cap. 6, p.113-137.
- LEITE, R. M. **Caracterização da qualidade da água superficial na Bacia Capiá – AL para fins de irrigação**. Campina Grande-PB: UFPB, 1991. 96p. (Dissertação de Mestrado).
- LEPRUN, J. C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste**. Relatório do Convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro. Recife: SUDENE, p.91-141, 1983.
- LETEY, J.; DINAR, A. **Simulated crop-water production functions for several crops when irrigated with saline waters**. *Hilgardia*, v.54, N°1, p.1-32, 1986.
- LETEY, J.; KNAPP, K.; SOLOMON, K. Crop-water production functions under saline conditions. In: TANJI, K. K. (ed.) **Agricultural salinity assessment and management manual**. New York: ASCE, 1990. Cap.14, p.305-136.
- LIMA, L. A. Efeito de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E. & MEDEIROS, J. M. (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p. 113-136.
- LOGAN, J. **Interpretação de análises químicas da água**. Trad. LEMOS, A. M. de. Recife: U.S. Agency for International Development, 1965. 75p.

- MAAS, E. V., OGATA, G., BARBER, M. J. Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants. *Agron. J.*, n.64, p.793-5, 1972.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. *In: ASCE (ed.). Journal of Irrigation and Drainage Division: American Society of Civil Engineers*, v.103, n.1R2, p.115-134, 1977.
- MAAS, E. V.; NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerant to salinity. *In: JUNG, G. A. (ed.). Crop tolerance to sub-optimal land conditions*. Madison: Amer. Soc. Agron. 1978. cap. 1. p.277-9. (Special Publication, 32).
- MAAS, E. V. Crop tolerance. *California Agriculture*, Berkeley, v.38, n.10, p.20-21, 1984.
- MAAS, E. V. Crop tolerance to saline sprinkling water. *Plant and Soil*, n.89, p.273-84, 1985.
- MAAS, E. V. Salt tolerance in plants. Applied agricultural research. *Applied Agricultural Research*, v.1, p.12-36, 1986.
- MAAS, E. V. Crop salt tolerance. *In: TANJI, K. K. Agricultural salinity assessment and management*. New York: ASCE, 1990. cap. 13, p.262-304.
- MAERTENS, C.; BLANCHER, R.; PIECH, J. Influence de différent régimes hidriques sue l'absortion l'eau et des éléments minéraux por les cultures. *Annales of Agronomy*, v.25, n.4, p.575-586, 1974.
- MAGAT, S. S. Fertilizer recomendations for coconut based on soil and leaf analyses. *Philippine Journal of Coconut Studies*, v.16, n.2, p.25-29, 1991.
- MAHINDAPALA, R.; PINTO, J. L. J. G. *Coconut cultivation*. Lunuwila: Coconut Research Institute, 1991. 162p.
- MAIA, C. E. *Qualidade de água para fertirrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Assu – RN*. Mossoró, 1996. Monografia (especialização) – ESAM.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, SL A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201P.
- MARINHO, F. J. L; MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Efeito de diferentes níveis de salinidade de água na produção de mudas de coqueiro cv. anão. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA XXIX, 2000, Fortaleza*. Resumo 229. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. CD Rom.
- MARTINS, L. H. *Avaliação da qualidade da água nos mananciais superficiais disponíveis para irrigação na zona Oeste Potiguar*. Mossoró: ESAM, 1993. Monografia. (Graduação).
- MEDEIROS, J. F. *Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo 'GAT' nos estados de RN, PB e CE*. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. (Dissertação de Mestrado).
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. *Qualidade de água de irrigação*. Mossoró, ENA/ESAM. 1994. 60p.(ESAM, Boletim técnico/científico, 22).

- MEDEIROS, J. F. **Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 152p. (Tese de Doutorado).
- MEIRI, A., POLJAKOFF-MAYBER, A. Effect of various salinity regimes on growth, leaf expansion and transpiration rate of bean plants. *Soil Sci.*, v.109, p.26-34, 1970.
- MEIRI, A.; SHALHEVET, J. Crop growth under saline conditions. *In: YARON, B.; DANFORS, E.; VAADIA, Y. (eds.). Arid zone irrigation*. Berlin: Springer-Verlag, 1973. cap.6, p.277-290. (Ecological Studies, 5).
- MEIRI, A.; PLANT, Z.; PINCAS, L. Salt tolerance of greenhouse grown muskmelon. *Soil Sci.* 131: 189-193, 1981.
- MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. Plantation management. *In: MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. The coconut palm: a monograph*. Ernakulam: Indian Central Coconut Committee, 1958. p.184-198.
- MOURA, A. O. B. **Avaliação do pH e da CE da água de irrigação submetida a diferentes doses e tipos de adubos**. Mossoró, 1994. 92p. Monografia. (Graduação) – ESAM.
- NAIR, R. R. Summer irrigation requirement of the coconut palm. *Indian Coconut Journal*, v.19, n.12, p.3-7, 1989.
- NATHANAEL, W. R. N. The sugars of coconut water. *Ceylon Coconut Quarterly*, v.3, n.4, p.1-17, 1952.
- NIEMAN, R. H. Expansion of bean leaves and its suppression by salinity, *Plant Physiology*, 40: 156-61, 1965.
- NOBLE, C. L.; ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criteriu for improving the salt tolerance in crops. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.146, n.1-2, p.99-107, 1992.
- NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. de. Irrigação do coqueiro. *In: FERREIRA, M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. 2ed. A cultura do coqueiro no Brasil*. Brasília: Embrapa-SPI. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. cap 7. p.159-187.
- OHLER, J. G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO, 1984. 446p. (FAO. Plant Production and Protection Paper, 57).
- OLIVEIRA, F. A. de. **Efeito da salinidade da água de irrigação sobre algumas características do solo e da cultura do arroz (*Oryza sativa*, L.)**. Piracicaba, 1983. 139p. Tese. (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Univercidade de São Paulo.
- OUVRIER, M. Exportation par la récolte du cocotier PB-121 em fonction de la fumure potassique et magnésienne. *Oléagineux*, v.39, n.5, p.263-271, 1984.
- PALACIOS, O. V.; ACEVES, E. N. **Instructivo para el muestreo registro de dados e interpretacion de la calidad del agua para riego agrícola**. Chapingo: Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1970. 49p. (Rama de Riego y Drenaje, 15).

- PASSOS, E. E. M.; SILVA, J. V. da. Fonctionnement des stomates de cocotier (*Cocos nucifera*) au champ. **Canadian Journal of Botany**, v.68, p.458-460, 1990.
- PASSOS, E. E. M. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. 2ed. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. cap 3. p.65-72.
- PASTERNAK, D.; DE MALACH, Y. Irrigation with brackish water under desert conditions. X. Irrigation management of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*, Mills) on desert sand. **Agricultural and Water Management**, v.28, p.121-132, 1995.
- PEARSON, G. A. **Tolerance of crops to exchangeable sodium**. S. L. USDA, 1960. Sp.(USDA - Bert.216).
- PEREIRA, F. A. M.; HOLANDA, J. S. de; MEDEIROS, J. d'A. F.; BRITO, R. A. L. Qualidade de água para irrigação no Seridó-RN. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9. 1991, Natal. **Anais...Fortaleza**, 1992. 2v. em 5. (Tomo 1). p.543-62.
- PEREIRA, Z. M. P. Possibilidade do uso de água salina na recuperação de solos sódicos do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. In: III Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem, 1977, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: MINTER/DNOCS/ABID, 1977. p.208-218.
- PERSLET, G. P. **Replanting the tree of life: towards an international agenda for coconut palm research**. Wallingford: CAB/ACIAR, 1992. 156p.
- PILLAI, N. G.; DAVIS, T. A. Exhaust of macro-nutrients by the coconut palm: a preliminary study. **Indian Coconut Journal**, v.16, n.2, p.81-87, 1963.
- PITMAN, M. Ion transport in plant cell. In: SKORYNA, S. C.; EDWARD, D. W., ed. **Intestinal absorption of metal ions, trace elements and radionuclids**. London: Pergamon Press, 1970. p.115-133.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid. Agrícola Española, 1978. 521p.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid. Editora Agrícola Española, S. A. 1985. 542p.
- PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia: goteo, microaspersión, exudación**. 2.ed. Madrid: Mundi Prensa, 1990. 459p.
- POMIER, M.; BRUNIN, C. Irrigation des cocotiers à l'eau salée. **Oléagineux**, v. 29, n. 4, p. 183-186, 1974.
- PRIMAVESI, A. **Agricultura em regiões tropicais**. São Paulo-SP: Nobel, 1980. 541p.
- RHOADES, J. D. Quality of water for irrigation. **Soil Science**, Baltimore, v.113, n.4, p.277-284, 1972.
- RHOADES, J. D. Drainage for salinity control. In: Drainage and agriculture. van Schilfgaarde, J. (ed.). **Agronomy 17, American Society of Agronomy**. 1974. p.433-461.

- RHOADES, J. D.; MERRILL, S. D. **Assessing the suitability of water for irrigation: theoretical and empirical approaches.** In: **PROGNOSIS OF SALINITY AND ALKALINITY.** Rome: FAO, 1976. p.69-110. (AO. Soils Bulletin, 31)
- RHOADES, J. D.; Reducing water quality degradation through minimized leaching management. **Agric. Water Management**, v.1, p.127-142, 1977.
- RHOADES, J. D.; BINGHAM, F. T.; LETEY, J.; HOFFMAN, G. J.; DEDRICK, A. R.; PINTER, P.J.; REPLOGLE, J. A. Use of saline drainage water for irrigation: Imperial Valley study. **Agric. Water Mgmt**, v.16, p.25-36, 1989.
- RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. *In*: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.) **Irrigation of agricultural crops.** Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p.1089-1142. (Agronomy, 30).
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola.** Campina Grande: UFPB. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUZA, J. R. de; QUEIROZ, J. E. 2000, 117p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 48).
- RICHARDS, L. A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- RUSH, D. W.; EPSTEIN, E. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into a domestic tomato. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Geneva, v.106, p.699-704, 1981.
- RYAN, J.; MIYAMOTO, S. & STROEHLEIN, J. L. Salt and specific ion effects on germination of four grasses. **Journal of Range Management**, 28: 61-64. 1975.
- SANTOS, J. G. R.; GHEYI, H. R. Crescimento da bananeira Nanica sob diferentes qualidades de água de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.3, p.339-347, 1993.
- SANTOS, J.G.R. dos. **Desenvolvimento e produção da bananeira nanica sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de água.** Campina Grande: UFPB, 1997. 173p. (Tese de doutorado).
- SCALOPPI, E. D.; BRITO, R. A. L. Qualidade da água e do solo para irrigação. **Informe Agropecuário**, v.139, n.12, p.80-94, dez.1986.
- SHAINBERG, J., OSTER, J. D. **Quality of irrigation water.** Bet Dagan: International Irrigation Center, 1978. 65p.
- SHAINBERG, J.; RHOADES, J. D.; SUAREZ, B. L.; PRATHER, R. J. Effect of mineral weathering on clay dispersion and hydraulic conductivity of sodic soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.45, p.287-291, 1981.
- SHALHEVET, J.; REINIGER, P.; SHIMSHI, D. **Peanut response to uniform and non-uniform soil salinity.** *Agron. J.* 61:384-387, 1969.
- SHALHEVET, J.; YARON, B. Effect of soil and water salinity on tomato growth. **Plant and Soil**, v.39, p.285-292, 1973.

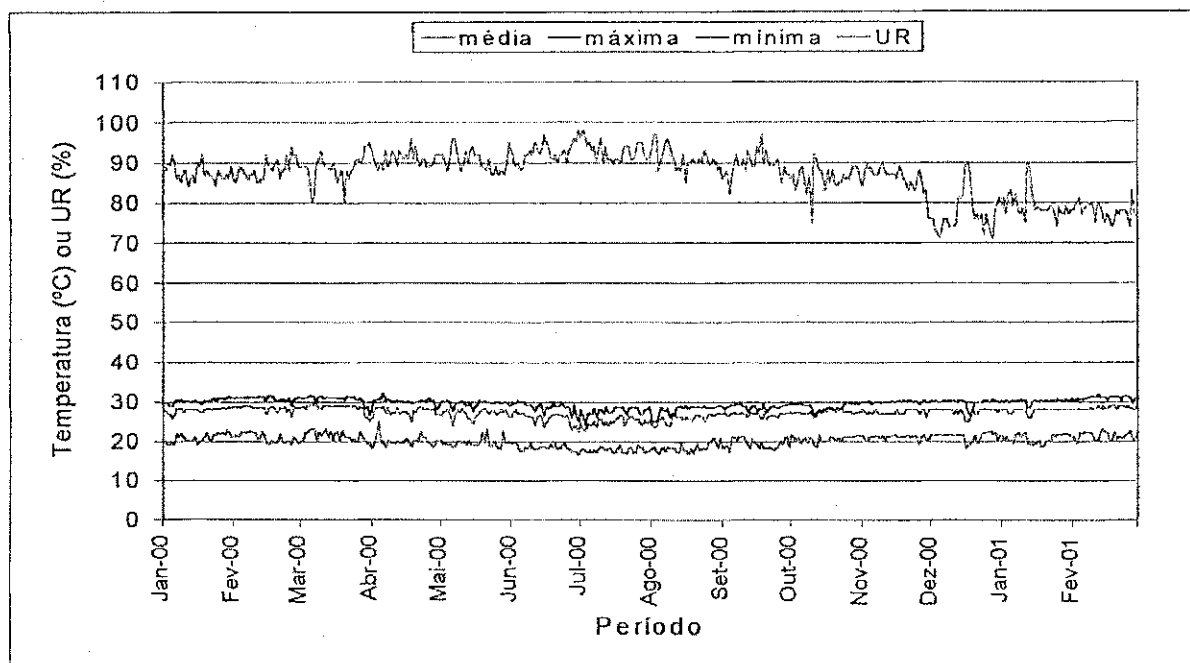


- SHANNON, M. C. In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. *Hort. Science*, Fort Collins, v.14, n.5, p.587-589, 1979.
- SILVA JÚNIOR, C. D. da. **Effects du déficit hydrique et de l'irrigation avec l'eau de mer diluée sur le comportement physiologique des plants de cocotier (*Cocos nucifera* L.) Grand du Brésil en conditions naturelles.** Paris: Université Paris 7, 1994, 158p. Tese de Doutorado.
- SIQUEIRA, E. R. de; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. Melhoramento genético do coqueiro. In: FERREIRA, M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. 2ed. **A cultura do coqueiro no Brasil.** Brasília: Embrapa-SPI. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. cap 4. p.73-98.
- SMITH, P. F. Mineral analysis of plant tissues. *Annual Review of Plant Physiology*, v.13, p.81-108, 1962.
- SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação do coqueiro. In: FERREIRA, M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. 2ed. **A cultura do coqueiro no Brasil.** Brasília: Embrapa-SPI. Aracaju: EMBRAPA/CPATC, 1997. cap 6. p.129-157.
- SOUZA, C. A. S.; CORREA, F. L. de O.; CUNHA, R. L. da; LIMA, S. F. de; CARVALHO, J. G. de. O nutriente cloro em três palmeiras cultivadas. *Agrotrópica*, v.9, n.3, p.83-98, 1997.
- STONE, L. F.; PORTES, T. A.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos da tensão da água no solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro II. crescimento. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.23, p.503-510, 1988.
- STROGONOV, B. P. **Physiological bases of salt tolerance of plants.** Jerusalem, Israel: Prog. Sci. Transl., 1964. 279p.
- SUAREZ, D. L. Perspective on irrigation management and salinity. *Outlook-on-Agriculture*, v.21, n.4, p.287-291, 1992.
- THOMAS, J. E. Osmotic and specific salt effects on growth of cotton. *Agron. J.*, v.72, p.407-412, 1980.
- THORNE, D. W., PETERSON, H. D. **Irrigated soils: their fertility and manegement.** New York: McGraw-Hill, 1954. 483 p.
- UEXKULL, H. R. von. Response of coconuts to (potassium) chloride in the Philippines. *Oléagineux*, v.2, n.1, p.13-19. 1972.
- van HOORN, J. W.; van ALPHEN, J. G. Salinity control: Salt balance of the rootzone. In: RITZEMA, H. P. (ed.). 2 ed. **Drainage Principles and Applications.** Wageningen, The Netherlands: ILRI, 1994. p.544-556 (ILRI Publication, 16).
- van RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Ceres; Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.
- van SCHILFGAARDE, J. RHOADES, J. D. Coping with salinity. In: Water Scarcity, Impacts in Western Agriculture. E. A. Englebert (ed.). University of California Press 6: 157-179, 1984.

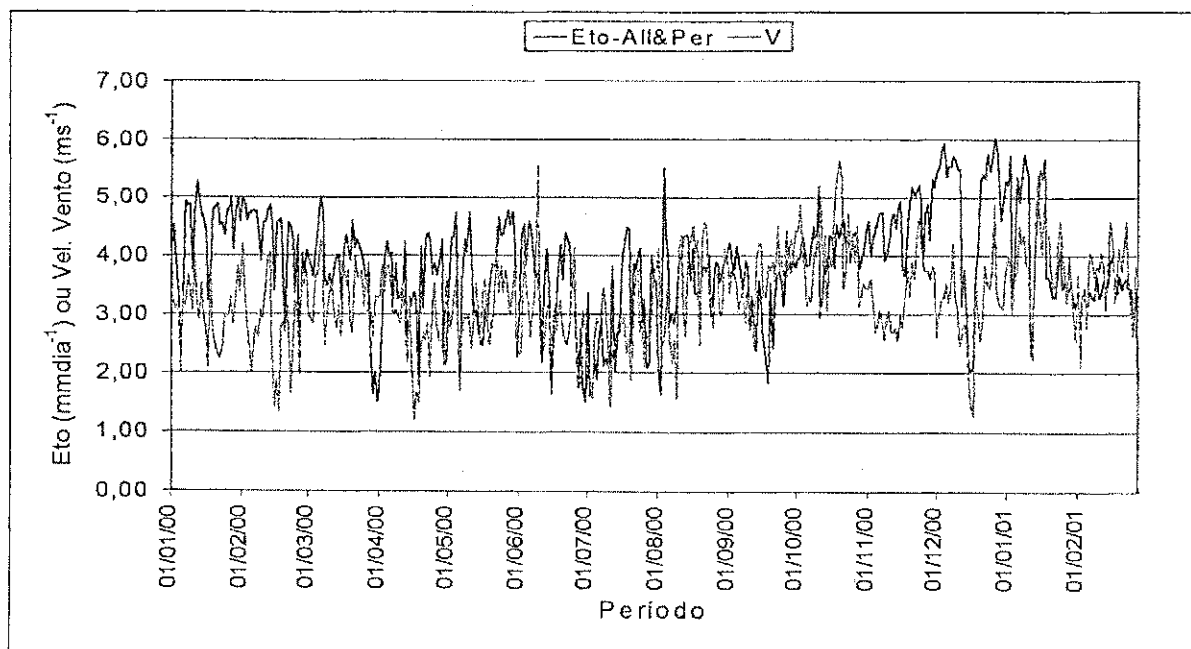
- VARALLYAY, G.; SZABOLCS, I. Special water problems in salt affected soils. *Agrochimica*, v.13, p.275-285, 1974.
- VIANA, S. B. A. **Estresse salino na germinação, fase de muda e produção de alface** (*Lactuca sativa* L.). Campina Grande: UFPB, 2000. 127p. (Dissertação de Mestrado).
- WASEL, Y. **Biology of halophytes**. New York: Academic Press, 1972. 395p.
- WILCOX, L. V. **Boron injury to plants**. Washington D. C.: U. S. Department of Agriculture, 1960. 7p. (U.S.D.A. Inform. Bull., 211).
- WILCOX, L. V.; DURUM, W. H. Quality of irrigation. *In*: HAGAN, R. M.; HAISE, R. H.; EDMINISTER, T. W. (eds.). **Irrigation of agricultural lands**. Madison: Amer. Soc. Agron., 1967. cap.9, p.104-122. (Agronomy, 11).
- YADAV, J. S. P.; GIRDHAR, I. K. Effect of varying Mg/Ca ratio and electrolyte concentration in the irrigation water on the soil properties and growth of wheat. **Plant and Soil**, v.56, n.3, p.413-427, 1980.
- YARON, B. Wter suitability for irrigation. *In*: YARON, E.; DANFORS, E.; VAADID, Y. (ed.) **Arid zone irrigation**. Berlin: Spronger-Verlag, 1973. p.71-88. (Ecological Studies, 5).
- YUSUF, M; VARADAN, K. M. Water management studies on coconut in India. *In*: NAIR, M. K.; KHAN, H. H.; GOPALASUNDARAM, P.; BHASKAARARAO, E. V. V., ed. **Advances in coconut research and development**. New Delhi: IBH, 1993. p.337-346.
- ZYLSTRA, G.; SALINAS, H. Y. **Salinidade y drenaje en zonas bajo riego**. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina – Centro Nacional del Recuperacion de Tierras, v.2, 1979, n.p.

**ANEXO 01**

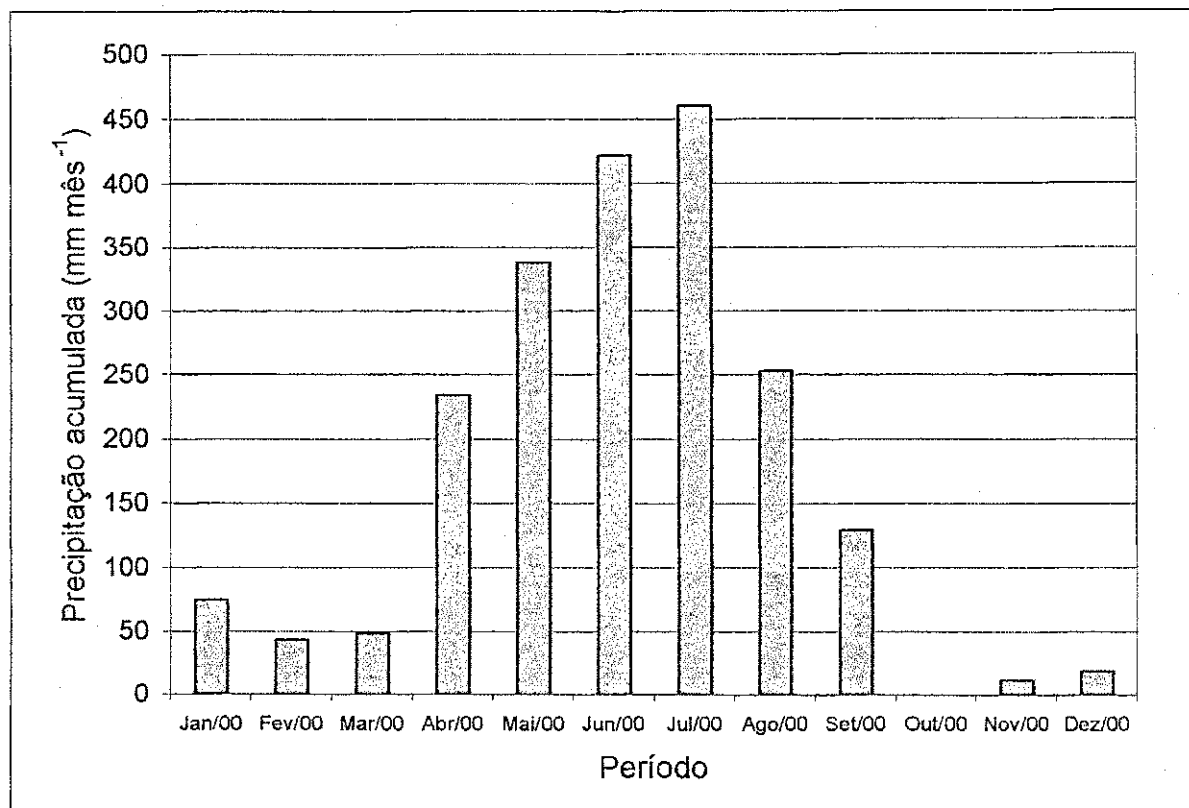
Figura 27 – Dados climáticos diários da cidade de Natal-RN, de 01 de janeiro de 2000 a 28 de fevereiro de 2001 (período de duração do experimento). (a) Temperatura média; máxima; mínima e umidade relativa (UR). (b) Evapotranspiração de referência (Eto) e velocidade do vento (V). (c) Precipitação pluviométrica de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2000.



(a)



(b)



(c)

**ANEXO 02**

**ANEXO:** Memória de cálculo para produção de fitomassa de fruto para a 9ª colheita e em relação a produção média total de fitomassa em função da salinidade da água de irrigação

nº de Fruto colhido 9ª colheita					PESO DE FITOMASSA PARA 9ª COLHEITA (Kg)				
PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	Peso Médio	NÍVEL 1				
PI 1	PI 2	PI 3	PI 4		PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	média
2	9	4	4	1,70	3,41	15,33	6,81	6,81	8,09
4	4	5	4	1,95	7,82	7,82	9,77	7,82	8,31
4	1	1	4	2,03	8,14	2,03	2,03	8,14	5,09
2	0	2	6	1,92	3,84	0,00	3,84	11,51	4,80
7	2	5	5	1,82	12,76	3,65	9,12	9,12	8,66
					NÍVEL 2				
3	5	11	7	1,45	4,35	7,25	15,95	10,15	9,43
8	6	7	9	1,44	11,52	8,64	10,08	12,96	10,80
6	7	11	9	1,26	7,56	8,82	13,86	11,34	10,40
11	10	11	8	1,47	16,22	14,74	16,22	11,79	14,74
8	12	8	8	1,25	10,00	15,01	10,00	10,00	11,25
					NÍVEL 3				
5	6	9	6	1,05	5,23	6,27	9,41	6,27	6,80
5	9	7	12	1,26	6,32	11,38	8,85	15,18	10,44
x	3	4	x	1,13	x	3,38	4,51	x	3,95
7	6	3	6	1,25	8,72	7,48	3,74	7,48	6,85
8	6	9	9	1,17	9,33	7,00	10,50	10,50	9,33
					NÍVEL 4				
3	6	5	7	1,07	3,21	6,43	5,36	7,50	5,62
4	3	4	4	0,91	3,65	2,74	3,65	3,65	3,42
4	4	9	2	1,01	4,03	4,03	9,06	2,01	4,78
7	2	4	7	1,03	7,18	2,05	4,10	7,18	5,13
7	8	3	6	0,90	6,28	7,18	2,69	5,38	5,38

Total de Fruto colhido					PESO DE FITOMASSA TOTAL (Kg)				
PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	Peso Médio	NÍVEL 1				
PI 1	PI 2	PI 3	PI 4		PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	média
37	55	66	69	2,09	77,16	114,70	137,64	143,90	118,35
11	68	44	25	2,12	23,33	144,24	93,33	53,03	78,48
75	15	93	55	2,13	159,91	31,98	198,29	117,27	126,87
75	53	30	63	2,19	164,25	116,07	65,70	137,97	121,00
73	75	65	68	2,11	153,73	157,94	136,88	143,20	147,94
PI 1	PI 2	PI 3	PI 4		NÍVEL 2				
28	49	52	27	1,89	53,00	92,76	98,43	51,11	73,83
55	35	53	45	1,83	100,84	64,17	97,18	82,51	86,18
33	47	51	38	1,85	61,01	86,90	94,29	70,26	78,12
158	44	81	70	1,89	298,15	83,03	152,85	132,09	166,53
71	94	25	32	1,68	119,55	158,28	42,09	53,88	93,45
PI 1	PI 2	PI 3	PI 4		NÍVEL 3				
81	67	88	56	1,75	142,08	117,52	154,35	98,23	128,04
62	81	39	38	1,73	107,26	140,13	67,47	65,74	95,15
x	22	84	x	1,59	x	35,03	133,74	x	84,38
67	38	23	19	1,69	112,94	64,06	38,77	32,03	61,95
60	96	72	115	1,73	103,82	166,11	124,58	198,99	148,37
PI 1	PI 2	PI 3	PI 4		NÍVEL 4				
38	42	43	34	1,66	63,14	69,79	71,45	56,50	65,22
44	12	19	20	1,32	58,22	15,88	25,14	26,46	31,42
15	8	26	64	1,50	22,52	12,01	39,03	96,08	42,41
86	70	19	54	1,65	141,67	115,31	31,30	88,96	94,31
58	53	41	65	1,56	90,33	82,54	63,86	101,23	84,49