

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE DOUTORADO TEMÁTICO
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**

**GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO COQUEIRO
ANÃO VERDE SOB ESTRESSE SALINO**

FRANCISCO JOSÉ LOUREIRO MARINHO

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA – BRASIL
AGOSTO, 20002**

FRANCISCO JOSÉ LOUREIRO MARINHO

**GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO COQUEIRO
ANÃO VERDE SOB ESTRESSE SALINO**

**Tese apresentada ao curso de pós-graduação em Recursos
Naturais da Universidade Federal de Campina Grande,
em cumprimento às exigências para obtenção do grau de
Doutor e Engenharia de Recursos Naturais**

Área de Concentração: Solo e água

**HANS RAJ GHEYI
PEDRO DANTAS FERNANDES
Orientadores**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA – BRASIL
AGOSTO, 2002**

7

Marinho, Francisco José Loureiro

M338g Germinação, crescimento e desenvolvimento do coqueiro anão verde sob
2002 estresse salino / Francisco José Loureiro Marinho. - Campina Grande: UFCG,
2002. - 196p.

196p.

Tese (Doutorado). UFCG/CCT
Inclui bibliografia

1. Coqueiro Irrigado 2. Tolerância à Salinidade 3. Função de Produção 4.
Função de Qualidade de Produção I. Título


CDU:634.616:626.811.84

FRANCISCO JOSÉ LOUREIRO MARINHO

**GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO
COQUEIRO ANÃO VERDE SOB ESTRESSE SALINO**

APROVADA EM: 30/08/2002

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Hans Raj Gheyi

Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes

Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



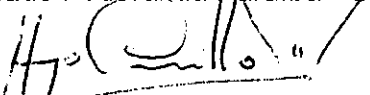
Dr. José Simpício de Holanda

Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN



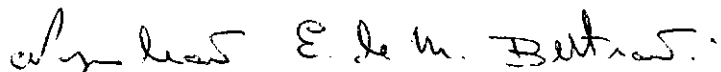
Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

Departamento de Solos e Engenharia Rural - DSER
Centro de Ciências Agrárias - CCA
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra

Departamento de Engenharia Agrícola - DEAg
Centro de Ciências e Tecnologia - CCT
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Embrapa Algodão
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

DEDICATÓRIA



À sagrada memória de nosso querido mestre espiritual, A. C. Bhaktivedanta Swami Prabhupada, o acharya – fundador da Sociedade Internacional para a Consciência de Krishna, que, por revelar as glórias de Krishna & Balarama, tem enchido de esperança os corações dos devotos

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Maria Mirta Barrios Marinho, meus filhos Síría Barrios Marinho, Pedro Loureiro Marinho e Narayana Barrios Marinho pelo amor, incentivo e apoio.

À meus pais, Severino Marinho Leite e Maria de Lourdes Loureiro Marinho pelo amor, orações e incentivo espiritual.

Aos meus irmãos Marcos Loureiro Marinho (*in memorium*) Fernando Loureiro Marinho, Maria Lúcia Loureiro Marinho, Melânia Loureiro Marinho, Paulo Gustavo Loureiro Marinho e Maria Alcide Loureiro Marinho pela companhia e amizade.

Ao Maharaj Dhanvantari Swami e todos os devotos do movimento Hare Krishna pela associação e orientação espiritual.

Aos Professores Hans Raj Gheyi e Pedro Dantas Fernandes pela orientação, dedicação e ensinamento.

Ao colega e amigo Miguel Ferreira Neto, ao técnico agrícola Marcos Tomás de Oliveira e ao Dr. Simplício e toda diretoria da EMPARN pela grande colaboração na realização desse trabalho.

Aos Alunos da escola Assis Chateaubriand, Eduardo Alves de Farias, Rivadávia da Silva Colaço, Hênio Ferreira Fariase a minha sobrinha Carolina Barrios Maracajá, que pela dedicação e esforço colaboraram para o sucesso desse trabalho.

Ao Prefeito Cássio Cunha Lima e aos Secretários da Prefeitura Municipal de Campina Grande Manuel Ludgério, Otávio Leite Sobrinho e Alberto José Colaço Catão pela compreensão e apoio.

À Diretora Elizabeth Vitoriano da escola Agrícola Assis Chateaubriand e todos os professores e funcionários, José Pires, Messias, Fábio, Suenildo, Alexandre, Pedro, Zélia, Lúcia, Emília, Vitória, Carlos, Mário Sérgio, Joaquim, Antônio, João, Socorro, Angélica, Mércia, Lourdinha, Brasileiro, José Maria, Cosmo... pela compreensão e apoio.

À todos os funcionários do centro de Piscicultura Arthur Freire pela colaboração e apoio, Aparecida, Calina, Gerusa, Argemiro, Ricardo, Andercy, Herbert...

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XIV
LISTA DE APÊNDICE.....	XVII
RESUMO.....	XVIII
ABSTRACT.....	XX
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Cultura do coqueiro.....	4
2.1.1 Considerações gerais.....	4
2.1.2 Aspectos botânicos e morfológicos do coqueiro.....	5
2.1.3 Aspectos nutricionais na cultura do coqueiro.....	7
2.1.4 Necessidades hídricas do coqueiro.....	9
2.2 Uso de água salina na irrigação das culturas.....	11
2.3 Efeito dos sais nas plantas.....	12
2.3.1 Considerações gerais.....	12
2.3.2 Efeito dos sais na qualidade dos produtos vegetais.....	17
2.3.3 Mecanismo de tolerância aos sais em vegetais.....	18
2.3.4 Determinação da tolerância das culturas aos sais.....	26
2.4 Salinidade em coqueiro.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Localização geográfica e características das áreas dos experimentos.....	33
3.2 Experimento I – Germinação do coqueiro Anão verde irrigado com diferentes níveis de salinidade de água.....	34
3.2.1 Fase I - Efeito da salinidade de água sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas.....	34
3.2.1.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	34

3.2.1.2 Águas de irrigação.....	35
3.2.1.3 Canteiros e substrato.....	35
3.2.1.4 Plantio.....	36
3.2.1.5 Irrigação e outros tratos culturais.....	37
3.2.1.6 Variáveis avaliadas.....	37
3.2.2 Fase II - Efeito do estresse salino durante a fase de germinação, sobre o crescimento de mudas no viveiro.....	38
3.2.2.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	38
3.2.2.2 Substrato e plantio.....	38
3.2.2.3 Irrigação e outros tratos culturais.....	39
3.2.2.4 Variáveis avaliadas.....	40
3.3 Experimento II – Formação de mudas de coqueiro Anão verde irrigado com diferentes níveis de salinidade de água.....	41
3.3.1 Fase I – Efeito da irrigação com águas salinas sobre o crescimento de mudas no viveiro.....	41
3.3.1.1 Tratamentos, delineamento experimental e preparação das águas.....	41
3.3.1.2 Substrato e plantio.....	41
3.3.1.3 Irrigação e outros tratos culturais.....	42
3.3.1.4 Variáveis avaliadas.....	42
3.3.2 Fase II – Efeito do estresse salino durante a fase de formação de mudas no viveiro, sobre o crescimento de plantas no campo.....	43
3.3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	43
3.3.2.2 Área experimental.....	43
3.3.2.3 Preparo do solo, adubações e plantio.....	44
3.3.2.4 Irrigação e outros tratos culturais.....	45
3.3.2.5 Variáveis avaliadas.....	45
3.4 Experimento III – Efeito da irrigação com águas de elevada salinidade sobre o coqueiro na fase inicial de produção.....	46
3.4.1 Área experimental.....	46
3.4.2 Tratamento e delineamento experimental.....	47
3.4.3 Irrigação.....	47
3.4.4 Preparação das águas.....	48

3.4.5 Condução do Experimento.....	50
3.4.5.1 Adubações e outros tratos culturais.....	50
3.4.5.2 Colheita.....	50
3.4.6 Variáveis avaliadas.....	51
3.4.6.1 Crescimento vegetativo.....	51
3.4.6.2 Avaliações de algumas variáveis fisiológicas.....	52
3.4.6.3 Produção do coqueiro.....	53
3.4.6.4 Qualidade da produção.....	53
3.4.6.5 Composição mineral em partes do coqueiro.....	54
3.4.6.6 Análise de solo.....	55
3.5 Análises estatísticas.....	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1 Experimento I – Germinação do coqueiro Anão verde irrigado com diferentes níveis de salinidade.....	57
4.1.1 Fase I – Efeito da irrigação com águas salinas sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas.....	57
4.1.1.1 Germinação.....	57
4.1.1.2 Crescimento de plântulas.....	61
4.1.1.3 Relações hídricas.....	65
4.1.1.4 Tolerância do coqueiro à salinidade durante a germinação e crescimento inicial de plântulas.....	66
4.1.2 Fase II - Efeito do estresse salino ocorridos na fase de germinação sobre o crescimento de mudas no viveiro.....	67
4.1.2.1 Sobrevivência de mudas.....	67
4.1.2.2 Crescimento de mudas.....	67
4.2 Experimento II – Formação de mudas do coqueiro Anão verde irrigado com diferentes níveis de salinidade de água.....	72
4.2.1 Fase I - Efeito da irrigação com águas salinas sobre o crescimento de mudas no viveiro.....	72
4.2.1.1 Sobrevivência de mudas.....	72
4.2.1.2 Crescimento de mudas.....	73
4.2.1.3 Fitomassa da parte aérea e da raiz.....	78
4.2.1.4 Número de folhas e área foliar.....	79
4.2.1.5 Relações hídricas.....	82

4.2.2 Fase II – Efeito do estresse salino durante a fase de formação de mudas no viveiro, sobre o crescimento de plantas no campo.....	85
4.2.2.1 Sobrevivência de plantas.....	85
4.2.2.2 Crescimento de plantas.....	85
4.3 Experimento III - Efeito da irrigação com águas de elevada salinidade sobre o coqueiro durante a fase de produção.....	93
4.3.1 Crescimento vegetativo da cultura do coqueiro.....	93
4.3.1.1 Número de folhas vivas, folhas emitidas e mortas.....	93
4.3.1.2 Intervalo entre floração.....	95
4.3.1.3 Número de flores femininas e relação flor - fruto.....	99
4.3.1.4 Formação inicial de albúmen.....	101
4.3.2 Efeitos da CEa sobre algumas variáveis fisiológicas.....	105
4.3.2.1 Condutância estomática.....	105
4.3.2.2 Potencial hídrico das folhas.....	107
4.3.2.3 Eficiência do aparelho fotossintético.....	108
4.3.3 Número de frutos colhidos.....	111
4.3.4 Qualidade de frutos.....	117
4.3.4.1 Peso médio e formato dos frutos.....	117
4.3.4.2 Volume de água de coco.....	125
4.3.4.3 Qualidade de água de coco.....	130
4.3.5 Composição mineral.....	139
4.3.5.1 Folhas.....	139
4.3.5.2 Casca de coco (Epicarpo e mesocarpo).....	145
4.3.5.3 Água de coco.....	146
4.3.6 Evolução da salinidade e sodicidade do solo.....	149
4.3.7 Tolerância do coqueiro à salinidade durante a fase de produção.....	151
5 CONCLUSÕES.....	153
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	155
APÊNDICES.....	177

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Níveis críticos dos principais nutrientes do coqueiro cv. Gigante.....	8
2 Tolerância relativa das culturas à salinidade.....	26
3 Características químicas das águas utilizadas na irrigação do coqueiro durante a germinação e formação de mudas.....	35
4 Caracterização físico-química e hídrica do material de solo preparado antes do plantio.....	39
5 Caracterização físico-química e hídrica do solo antes do plantio.....	44
6 Caracterização físico-química e hídrica do solo antes do início do experimento.....	46
7 Características químicas das águas utilizadas na irrigação do coqueiro, durante a fase de produção.....	49
8 Resumos de ANAVA e análise de regressão para percentual de germinação (PG), tempo para germinação (TG) e índice de velocidade de germinação (IVG) do coqueiro e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).....	60
9 Resumos de ANAVA e análise de regressão para fitomassa das raízes (FR), parte aérea (FPA) e total (FT) e relação raiz/ parte aérea (R/PA) e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).....	62
10 Resumos de ANAVA e análise de regressão para diâmetro do coleto (DC) e comprimento das plântulas (CP) do coqueiro aos 120 dias após semeadura e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).....	64
11 Resumos de ANAVA e análise de regressão para evapotranspiração (ETc) e fração de lixiviação (FL) durante o período experimento (0-120 dias após semeadura dos cocos) e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).....	66
12 Resumos de ANAVA e análise de regressão para o comprimento de mudas, aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP) e velocidade de crescimento em comprimento de mudas (VCM) do coqueiro, no viveiro, entre 0 e 120 DAP e médias observadas das respectivas variáveis em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante fase de germinação.....	68
13 Resumos de ANAVA e análise de regressão para diâmetro do coleto (DC) aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP) no viveiro e para velocidade de crescimento do coleto (VCC) do coqueiro entre 0 e 120 DAP e médias observadas dessas variáveis em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa)) a que foram submetidas as plântulas durante fase de germinação.....	69
14 Resumos de ANAVA e análise de regressão para fitomassa total (FT) e relação raiz / parte aérea (R/PA) de mudas de coqueiro aos 120 dias após plantio no viveiro e médias observadas das respectivas variáveis, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação.....	71

- 15 Resumos de ANAVA e análise de regressão para comprimento das mudas (CM) aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP) e velocidade de crescimento em comprimento (VCC) entre 0-30, 30-60, 60-90 e 90-120 DAP das mudas do coqueiro e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 74
- 16 Resumos de ANAVA e análise de regressão para diâmetro do coleto (DC) das mudas de coqueiro aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 77
- 17 Resumos de ANAVA e análise de regressão para fitomassa raiz (FR), parte aérea (FPA) e total (FT) das mudas de coqueiro aos 70 e 120 dias após plantio (DAP), número de folhas (NF), área foliar (AF) aos 120 DAP e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 80
- 18 Resumos de ANAVA e análise de regressão para teor de umidade das folhas (UF) aos 120 dias após plantio, evapotranspiração da cultura (ETc) e fração de lixiviação (FL) durante o período experimental e médias observadas dessas variáveis em função da salinidade da água de irrigação (CEa)..... 84
- 19 Resumos de ANAVA e análise de regressão para sobrevivência (SP) e comprimento de plantas (CP) nos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 10º e 16º meses após plantio no campo (MAP) e velocidade de crescimento em comprimento das plantas (VCP) do coqueiro dos 0ª ao 16º MAP e médias observadas dessas variáveis, em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro..... 88
- 20 Resumos de ANAVA e análise de regressão para diâmetro de coleto de plantas no campo (DC)) nos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 10º e 16º meses após plantio no campo (MAP) e velocidade de crescimento de coleto em diâmetro (VCC) do coqueiro dos 0 aos 16º MAP e médias observadas dessas variáveis, em função de diferentes níveis de salinidade de água (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro..... 89
- 21 Resumos de ANAVA e análise de regressão para número de folhas do coqueiro nos 1º, 10º e 16º meses após plantio no campo e médias observadas dessa variável, em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro..... 92
- 22 Resumos de ANAVA e análise de regressão para número de folhas (NF) em dezembro de 2000 (ano I) e dezembro de 2001 (ano II), número médio de folhas emitidas (NFE) e mortas por planta mês (NFM) nos anos I e II e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. (CEa)..... 95
- 23 Resumos de ANAVA e análise de regressão para intervalo entre floração (IEF) da 4ª a 20ª inflorescência e a média para todo o período (IEFM) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 98
- 24 Resumos de ANAVA e análise de regressão para intervalo entre floração (IEF) (média de 3 inflorescências subseqüentes) entre o 4º e 7º, 7º e 10º, 10º e 13º, 13º e 16º, 16º e 20º cacho (IEF 4-7, IEF 7-10, IEF 10-13, IEF 13-16, IEF 16-20¹) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 99
- 25 Resumos de ANAVA e análise de regressão para número médio de flores femininas por inflorescência (NFI) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 102

- 26 Resumos de ANAVA e análise de regressão para número de flores femininas por inflorescência médio (NFIM) (média de 3 inflorescências subseqüentes) entre os 1º e 3º (NFIM 1-3), 4º e 6º (NFIM 4-6), 7º e 9º (NFIM 7-9), 10 e 12º (NFIM 10-12), 13º e 15º (NFIM 12-15), 16º e 18º (NFIM 15-18) e 19º e 20º cachos (NFIM 19-20)¹ e para relação flor/ fruto formado (FL/ FO), flor/fruto colhido (FL/FC), fruto formado/fruto colhido (FO/FC) (média de 9 avaliações entre os 10º e 19º cachos) e percentagem de albúmen sólido em relação ao volume de água de coco de frutos de coco com 6 meses (média de 5 avaliações entre as 15ª e 19ª colheitas) e médias observadas dessas variáveis sob diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa)..... 103
- 27 Resumos de ANAVA e análise de regressão para condutância estomática (GS) e potencial hídrico foliar (Ψ_f) em avaliações realizadas pela manhã e à tarde em agosto (ago) e novembro (nov) de 2001 e janeiro (jan) de 2002 e eficiência fotoquímica máxima (Fv/Fm) em avaliações realizadas em agosto e novembro de 2001 e janeiro de 2002 e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 109
- 28 Resumos de ANAVA e análise de regressão para número de frutos colhidos por planta (NFC) mensal e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 113
- 29 Resumos de ANAVA e análise de regressão para número médio de frutos colhidos (NMFC) (média de 6 colheitas subseqüentes entre os meses de fevereiro a julho de 2001 e entre agosto de 2001 a janeiro de 2002), número total de frutos colhido (NFCT) e valores médios observados sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 114
- 30 Resumos de ANAVA e análise de regressão para peso de frutos colhidos por planta (PFC) mensal e peso médio de frutos total (PFCT) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 121
- 31 Resumos de ANAVA e análise de regressão para peso médio de fruto colhido (PMFC) (média de 3 colheitas subseqüentes) nos meses de julho a setembro e outubro a dezembro de 2000; de janeiro a abril, maio a julho e de agosto a outubro de 2001 e de novembro de 2001 a janeiro de 2002 e produção de fitomassa média mensal (FITM) para todo o período de estudo e valores médios observados dessas variáveis em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 123
- 32 Resumos de ANAVA e análise de regressão para formato do fruto (FDF) observado através da relação percentual entre a largura e o comprimento dos frutos, em colheitas mensais realizadas entre julho de 2001 e janeiro de 2002, e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 124
- 33 Resumos de ANAVA e análise de regressão para volume da água de coco mensal (VAC) e o volume médio total (VACT) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 127
- 34 Resumos de ANAVA e análise de regressão para volume médio de água de coco (VMAC) (média em 3 colheitas subseqüentes) nos meses de julho a setembro e outubro a dezembro de 2000; de janeiro a abril, maio a julho e de agosto a outubro de 2001 e de novembro de 2001 a janeiro de 2002, e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 129
- 35 Resumos de ANAVA e análise de regressão para °Brix da água de coco mensal e o °Brix médio total (°BrixT) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação..... 131

- 36 Resumos de ANAVA e análise de regressão para °Brix médio de água-de-coco (°BrixM) (média de 3 colheitas subseqüentes) nos meses de julho a setembro e outubro a dezembro de 2000; de janeiro a abril, maio a julho e de agosto a outubro de 2001 e de novembro de 2001 a janeiro de 2002, e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 133
- 37 Resumos de ANAVA e análise de regressão para CE da água de coco (CEac) mensal e CE da água de coco média total (CEacT), e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 135
- 38 Resumos de ANAVA e análise de regressão para acidez total titulável (Att) da água-de-coco mensal e Att média total (AttT), e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)..... 138
- 39 Resumos de ANAVA e análise de regressão para teor de nutrientes contidos nas 9^a, 14^a e 18^a folhas contados a partir do ápice do coqueiro, em avaliação realizada aos 24 meses após o início do experimento (dezembro de 2001) e médias observadas desses nutrientes em função da salinidade na água de irrigação (CEa)..... 142
- 40 Resumos de ANAVA e análise de regressão para relação potássio/sódio (K/Na) e cálcio + magnésio/sódio (Ca +Mg/ Na) nas 9^a, 14^a e 18^a folhas contadas a partir do ápice e médias observadas dessas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) (dezembro de 2001)..... 145
- 41 Resumos de ANAVA e análise de regressão para teores de potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cloreto (Cl) e bicarbonato (HCO₃) contidos na casca (CAC) e na água de coco (AC), e médias observadas dessas respectivas variáveis em função da salinidade da água de irrigação (CEa)..... 147
- 42 Fator de concentração entre a CEes/CEa e RASes/RASa, em função da salinidade da água de irrigação..... 150

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Visão dos canteiros utilizados no experimento.....	36
2 Disposição das plantas, de acordo com o nível de salinidade da água de irrigação.....	47
3 Vista parcial de mangueiras e microaspersor utilizado no sistema de irrigação.....	48
4 Visão parcial do Experimento I (Fase I) aos 120 dias após semeadura.....	58
5 Germinação do coco.....	59
6 Tempo de germinação (TG) e índice de velocidade de germinação (IVG) do coqueiro em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	60
7 Fitomassa das raízes (FR), parte aérea (FPA) e total (FT) e relação raiz/parte aérea (R/PA), aos 120 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	63
8 Diâmetro do coleto (DC) e comprimento das plântulas (CP) aos 120 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	64
9 Comprimento de mudas (CM), no viveiro, aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 (D) dias após plantio (DAP) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação.....	68
10 Diâmetro de coleto (DC) de mudas no viveiro, aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 dias (D) após plantio (DAP) em função da salinidade na água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação.....	70
11 Fitomassa total (FT) das mudas após 120 dias no viveiro, em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação.....	71
12 Comprimento das mudas (CM) aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 (D) dias após plantio e velocidade de crescimento em comprimento (VCC) entre 0-30 (E), 30-60 (F), 60-90 (G) e 90-120 (H) dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	75
13 Diâmetro médio de coleto (DC) em função da salinidade na água de irrigação (CEa) aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 (D) dias após plantio.....	77
14 Fitomassa da parte aérea (FPA) (A e B), respectivamente, aos 70 e 120 dias após plantio (DAP), fitomassa da raiz (C) aos 70 DAP, fitomassa total (FT) aos 70 e 120 DAP (D e E), número de folhas (NF) (F) e área foliar (AF) (G) aos 120 DAP, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	81
15 Visão do crescimento das mudas em função da salinidade da água de irrigação (CEa) aos 120 dias após plantio, destacando-se em A a parte aérea e em B o sistema radicular (T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ e T ₅ correspondente, respectivamente, a CEa de 2,2, 5,0, 10,0, 15,0, e 20,0 dS m ⁻¹)...	82
16 Evapotranspiração da cultura (ETc) e fração de lixiviação (FL) durante o período experimental e o teor de umidade das folhas (UF) aos 120 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	84
17 Comprimento de plantas (CP) nos 1º (A), 2º (B), 3º (C), 4º (D), 5º (E), 6º (F), 10º (G) e 16º (H) meses após plantio no campo (MAP) e velocidade de crescimento em comprimento de plantas (VCP) dos 0 ao 16º MAP (I), em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro.....	87

18	Visualização de plantas no 16º mês após plantio no campo, em função dos diferentes níveis de salinidade a que foram submetidas as mudas no viveiro (T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ e T ₅ , respectivamente, equivalente a CEa = 2,2, 5,0, 10,0, 15,0 e 20,0 dS m ⁻¹).....	88
19	Diâmetro de coleto (DC) nos 1º (A), 2º (B), 3º (C), 4º (D), 5º (E), 6º (F), 10º (G), 16º (H) meses após plantio no campo (MAP) e velocidade de crescimento do coleto (VCC) dos 0 aos 16º MAP (I) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro.....	90
20	Número médio de folhas do coqueiro, nos 1º (A), 10º (B) e 16º (C) meses após plantio (DAP) no campo, em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro.....	92
21	Número de folhas (NF) em dezembro de 2000 (ano I) (A) e dezembro de 2002 (ano II) (B), número mensal de folhas emitidas (NFE) nos anos I (C) e II (D), e mortas (NFM) no ano I (E), intervalo entre floração até a 7ª e 10ª inflorescência (IEF 7-10) (F) e nos intervalos (IEF 10-13) (G), (IEF 13-16) (H), (IEF 16-20) (I) e a média para todo o experimento (IEFM) (J) em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	97
22	Número médio de flores femininas por inflorescência (NFI) (média de 3 inflorescências subseqüentes) entre as 4ª e 6ª (A), 7ª e 9ª (B) e 16ª e 18ª (C) inflorescências; relação flor/fruto formado (D) e flor/fruto colhido (E) (média de 9 avaliações entre o 10º e 19º cacho) em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa).....	104
23	Número de flores femininas por inflorescências (NFI) em função do nível de salinidade da água de irrigação (T ₁ , T ₂ , T ₃ e T ₄ correspondentes a 0,1, 5,0, 10,0, e 15,0 dS m ⁻¹) durante o período experimental.....	104
24	Aspecto do albúmen sólido (frutos com aproximadamente 6 meses) em função da salinidade da água de irrigação de 0,1 (T ₁); 5,0 (T ₂); 10,0 (T ₃); e 15,0 (T ₄) dS m ⁻¹ em novembro de 2001.....	105
25	Condutância estomática (GS) das plantas de coqueiro em avaliações realizadas em agosto/2001 pela manhã (A), novembro/2001 pela manhã (B) e à tarde (C), janeiro/2002 pela manhã (D) e à tarde (E) e o potencial hídrico foliar (Ψ _f) em avaliações realizadas no período da manhã em novembro/2001 (F) e janeiro/2002 (G) em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	110
26	Número médio de frutos colhidos (NFCM) entre fevereiro e julho de 2001 (A) e entre agosto de 2001 e janeiro de 2002 (B) em função da salinidade da água de irrigação (CEa)..	114
27	Produtividade média das plantas nas 19 colheitas mensais realizadas entre julho de 2001 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação, e precipitações pluviométricas ocorridas no período.....	115
28	Aspecto produtivo das plantas em função da salinidade da água de irrigação de 0,1 (T ₁), 5,0 (T ₂), 10,0 (T ₃) e 15,0 dS m ⁻¹ (T ₄) em novembro de 2001.....	116
29	Peso médio de fruto colhido (PMFC) entre os meses de julho a setembro (A) e outubro a dezembro (B) de 2000; entre janeiro a abril (C), maio a julho (D) e agosto a outubro (E) de 2001, entre novembro de 2001 a janeiro de 2002 (F), peso médio de fruto total (PMFT) (G) e fitomassa média mensal dos frutos para todo o período de estudo - FITM (H) em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	122
30	Comportamento do peso dos frutos colhidos (PFC) nas 19 colheitas mensais realizadas entre julho de 2001 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação e precipitações pluviométricas ocorridas no período.....	123

31	Formato dos frutos (FDF) avaliado através da relação largura/comprimento (expressa em termos percentuais) em novembro (A) e dezembro (B) de 2001 e janeiro (C) de 2002, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	124
32	Aspecto do formato de frutos em função da salinidade da água de irrigação de 0,1 (T ₁); 5,0 (T ₂); 10,0 (T ₃); e 15,0 (T ₄) dS m ⁻¹ em agosto (A) e novembro (B) de 2001.....	125
33	Volume médio de água-de-coco entre os meses de julho a setembro (A), outubro a dezembro (B) de 2000, janeiro a abril (C), maio a julho (D), agosto a outubro (E) de 2001, novembro de 2001 a janeiro de 2002 (F) e volume médio de água de coco total (VACT) (G) em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	128
34	Volume de água de coco nas 19 colheitas mensais realizadas entre julho de 2000 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação.....	129
35	Brix médio da água-de-coco (°BrixM) (média de 3 colheitas subseqüentes) nos meses de outubro a dezembro de 2000 (A), maio a julho (B) e agosto a outubro (C) de 2001, e de novembro de 2001 a janeiro de 2002 (D) e °Brix médio total (°BrixT) (E) em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	132
36	Comportamento do °Brix da água-de-coco em 17 colheitas mensais realizadas entre julho de 2001 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação (T ₁ = 0,1, T ₂ = 5,0, T ₃ = 10,0, e T ₄ = 15 dS m ⁻¹) e precipitações pluviométricas ocorridas no período	133
37	Condutividade elétrica da água-de-coco (CEacT), média durante todo período de estudo, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	136
38	Comportamento da CE da água de coco (CEac) em 16 colheitas mensais realizadas entre setembro de 2001 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação e precipitações pluviométricas ocorridas no período.....	136
39	Acidez total titulável da água-de-coco (AttT) durante todo o período de estudo, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	137
40	Teores de sódio (Na) nas 9 ^a (A), 14 ^a (B) e 18 ^a (C) folhas, cloreto (Cl) nas 14 ^a (D) e 18 ^a folhas (E), potássio (K) na 14 ^a (F) e magnésio (Mg) nas 9 ^a (G) e 14 ^a (H) folhas, contadas a partir do ápice do coqueiro em função da salinidade da água de irrigação (CEa).....	143
41	Relações potássio /sódio (K/Na) (A) e cálcio + magnésio / sódio (Ca+Mg/Na) (B) observadas na 9 ^a folha ; relação K/Na (C), Ca + Mg / Na (D) na 14 ^a folha e K / Na (E) e Ca + Mg / Na (F) na 18 ^a folha, contada a partir do ápice do coqueiro em função da salinidade na água de irrigação (CEa).....	144
42	Teores de sódio (Na) (A), cloreto (Cl) (B), potássio (K) (C), cálcio (Ca) (D) magnésio (Mg) (E) e bicarbonato (HCO ₃) (F) na casca de coco e de Na (G) e Cl (H) na água de coco, em função salinidade na água de irrigação (CEa).....	148
43	Salinidade média (CEes) e RAS no extrato de saturação do solo (RAS es), em diferentes profundidades, em janeiro e dezembro de 2000 e dezembro de 2001 (0, 12 e 24 meses após o início do Experimento III) em função da salinidade na água de irrigação de 0,1 (T ₁), 5,0 (T ₂), 10,0 (T ₃) e 15 (T ₄) dS m ⁻¹	152

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice	Página
I Dados climatológicos das áreas utilizadas durante a realização dos experimentos..	178
II Dados técnicos dos sistemas de irrigação utilizados no Experimento III.....	182
III Resultados da análise foliar para fins de adubação e composição química de adubos utilizados no Experimento III.....	184
IV Resumos de ANAVA e análise de regressão para as relações flor / fruto formado, flor / fruto colhido e fruto colhido / fruto formado, entre o 10 ^a e 19 ^a inflorescência e as médias dessa variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação CEa).....	186
V Resumos de ANAVA para as variáveis de FC (fluorescência da clorofila) e pH da água de coco (Experimento III).....	190
VI Características químicas de amostras do extrato de saturação do solo, nos diferentes tratamentos, coletadas em profundidades distintas em dezembro de 2001 (Experimento III).....	193

RESUMO

Realizaram-se três experimentos com o objetivo de se estudar a viabilidade do uso de águas salinas na irrigação do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) cv Anão verde, em diferentes fases de cultivo. Os Experimentos I e II, efetuados em Campina Grande, PB, constaram da avaliação dos efeitos da irrigação com águas salinas sobre: germinação e crescimento inicial de plântulas até 120 dias após sementeira (I – Fase I) avaliando-se, posteriormente, o comportamento de plântulas produzidas sob condição de estresse salino, após serem transplantadas para viveiro e irrigadas com água de condutividade elétrica de $2,2 \text{ dS m}^{-1}$, durante 120 dias (I – Fase II); no Experimento II observou-se o crescimento de mudas no viveiro por 120 dias (II – Fase I), avaliando-se, em seguida, o comportamento das mudas produzidas sob condição de estresse salino após serem transplantadas para o campo e irrigadas com água de $2,2 \text{ dS m}^{-1}$, durante 16 meses (II – Fase II). Já o Experimento III, foi realizado em Parnamirim, RN, durante 2 anos, para se estudar os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) sobre as características morfofisiológicas e de produção do coqueiro com 3,5 anos de idade, cultivado em solo arenoso. Adotou-se nos Experimentos I e II, o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (CEa = 2,2, 5,0, 10,0, 15,0 e 20 dS m^{-1} denominados, respectivamente, T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅), sendo quatro repetições no Experimentos I (Fase I e II) e Experimento II (Fase I) e cinco repetições no Experimento II (Fase II); no Experimento III preferiu-se o delineamento em blocos ao acaso, utilizando-se quatro tratamentos (CEa = 0,1, 5,0, 10,0 e 15 dS m^{-1}) e cinco repetições. As águas salinas utilizadas no estudo foram preparadas com a adição de NaCl comercial (sem iodo). Verificou-se, no Experimento I (Fase I) que o incremento da CEa não afetou significativamente a germinação que variou de 80 a 97,5%, porém afetou a velocidade de germinação (as mudas em T₅ levaram em média 10 dias a mais para germinar que as mudas em T₁) e o crescimento das plântulas; entretanto, reduções drásticas na produção de fitomassa foram observadas apenas nos níveis $\geq T_4$; o sistema radicular foi a variável mais afetada pela salinidade. No Experimento I (Fase II) constatou-se que os efeitos negativos da salinidade durante a fase de germinação na sementeira foram superados quando as mudas passaram a ser irrigadas com CEa = $2,2 \text{ dS m}^{-1}$. No Experimento II (Fase I) constatou-se sobrevivência de 100% das mudas; reduções drásticas na velocidade de crescimento, fitomassa seca total, diâmetro do coleto e área foliar das mudas, foram

observadas apenas em T₄ e T₅; sistema radicular e área foliar foram as variáveis mais afetadas pela salinidade. No Experimento II (Fase II) verificou-se que mudas produzidas no viveiro sob condições de estresse salino (CEa \geq 5,0 dS m⁻¹) quando plantadas em solo salino e com problemas de encharcamento, apresentaram crescimento mais lento que as mudas produzidas sem estresse; reduções drásticas ocorrem naquelas irrigadas no viveiro com CEa \geq 15,0 dS m⁻¹. No Experimento III o incremento da salinidade da água de irrigação reduziu o número total de folhas nas plantas e aumentou o tempo médio para emissão de inflorescências, principalmente nas plantas irrigadas com CEa = 15,0 dS m⁻¹. O coqueiro irrigado com água salina apresentou mecanismo para superar o estresse hídrico, como redução da condutância estomática e do número de folhas; ocorreu redução no potencial hídrico foliar em função do incremento da salinidade, apenas no período da manhã; não se verificou alteração na eficiência do aparelho fotossintético devido à salinidade da água de irrigação. O uso de águas salinas (\geq 5,0 dS m⁻¹) na irrigação provocou reduções significativas no número de frutos colhidos, em relação à testemunha (CEa = 0,1 dS m⁻¹) mas apenas entre a 15^a e a 19^a colheita; no tratamento CEa = 15,0 dS m⁻¹ houve significativa redução do número de frutos colhidos em relação à testemunha. A qualidade de produção foi afetada pelo incremento da CEa, com efeitos negativos sobre o peso e o formato dos frutos, volume da água de coco e positivos sobre o °Brix e sólidos totais dissolvidos da água de coco. A salinidade da água de irrigação resultou em tendência crescente nos teores de Cl, Na e K e decrescente nos teores de Mg na folha n° 14. O incremento da salinidade elevou significativamente os teores Cl, K, Na, Ca e Mg da casca de coco. Ao final do primeiro ano experimental, constatou-se aumento nos níveis de salinidade (CEes e RASes) em todo o perfil do solo, em relação ao início do experimento, os aumentos foram proporcionais aos aumentos de CEa e RAS da água de irrigação; contudo, não houve elevações consideráveis da CEes e RASes ao final do segundo ano, em relação ao final do primeiro ano.

ABSTRACT

Three experiments were conducted to study the viability of the use of saline waters in the irrigation of the coconut (*Cocos nucifera* L.) cv Anão verde, in different cultivation phases. Experiments I and II carried out in Campina Grande-PB consisted respectively of the evaluation of the effects of the irrigation with saline waters during germination and 120 days initial development of seedlings (I – Stage I), evaluating later, the behavior of seedlings produced under saline stress conditions, after being transplanted and irrigated with water of 2,2 dS m⁻¹ of electrical conductivity in nursery during 120 days (I – Stage II). In the Experiment II evaluation the growth of seedlings in the nursery (II – Stage I), evaluating later, the behavior of seedlings produced under saline stress conditions after being transplanted and irrigated with water of 2,2 dS m⁻¹ of electrical conductivity in field during 16 months (II – Stage II). Experiment III was conducted in Paranamirim-RN, during 2 years, with the objective of evaluating the effects of electrical conductivity of water (ECw) on the morpho-physiological characteristics and the production of coconut with 3,5 years of age, cultivated in a sandy soil. For Experiments I and II a completely randomized design consisting of 5 levels of water salinity (ECw of 2.2, 5.0, 10.0, 15.0 and 20.0 dS m⁻¹ at 25 °C denominated, respectively, T₁, T₂, T₃, T₄ and T₅) was adopted with four replications in Experiments I (Stage I and II) and Experiment II (Stage I) and five replications in Experiment II (Stage II). For Experiment III a randomized block design was adopted consisting of 4 levels of water salinity (ECw of 0.1, 5.0, 10.0 and 15.0 dS m⁻¹ at 25 °C) with 4 replications. The saline waters used in the study were prepared with the addition of commercial NaCl (without iodine). The results obtained in Experiment I (Stage I) show that the increment of ECw did not significantly affect the percentage of germination that varied from 80 to 97,5%, though it significantly affected the germination speed (the seeds in T₅ on an average took 10 days more to germinate compared to T₁) and the growth of the seedlings; however, drastic reductions in the dry weight were observed only in levels T₄ and beyond and the root system was the most affected part of the plant by water salinity. In Experiment I (Stage II) it was verified that the negative effects of the salinity during the germination phase were overcome when the seedlings were irrigated with ECw = 2,2 dS m⁻¹. In Experiment II (Stage I), the seedlings showed 100% survival, and the results obtained indicate that the salinity of the irrigation water provoked substantial

reductions in the growth speed of the plants, dry weight, diameter of the stem and leaf area, at levels higher than 10 dS m^{-1} ; the root system and leaf area being the most affected by salinity. During Experiment II (Stage II) it was verified that seedling produced in the nursery under conditions of saline stress ($\text{ECw} \geq 5,0 \text{ dS m}^{-1}$) when planted in saline soil with high water table, presented slower growth than the seedlings produced without stress; however, drastic reductions occurred in those irrigated in the nursery with $\text{ECw} \geq 15,0 \text{ dS m}^{-1}$. In Experiment III, the increment of water salinity reduced the total number of leaves in the plants and increased mean time for emission of inflorescence, principally in the plants irrigated with $\text{ECw} = 15 \text{ dS m}^{-1}$. The coconut plant when irrigated with saline water presented mechanisms to overcome the stress effect by reducing stomatal conductance and of the number of leaves; there was decrease in the water potential of the leaves due to increment of salinity only in the mornings, and no alteration were verified in the photosynthesis efficiency due to the water salinity. The use of saline waters ($\geq 5.0 \text{ dS m}^{-1}$) in the irrigation provoked significant reductions in the number of fruits in relation to control ($\text{ECw} = 0,1 \text{ dS m}^{-1}$), only during 15th and 19th harvest, however in the treatment $\text{ECw} = 15 \text{ dS m}^{-1}$ there was significant reduction of the number of fruits in relation to control. The quality of the production was affected by ECw increase with negative effects on the weight and format of the fruits and volume of the coconut water; and positive effects on °Brix and total solids content of water. The salinity of the irrigation water increased contents of Cl, Na, K and decreased the contents of Mg in the leaf 14. The increment of water salinity significantly elevated the contents of Cl, K, Na, Ca and Mg of the coconut epicarp. At the end of the first year, there was increase in the soil salinity (ECse and SARse) in the whole profile (up to 80 cm) in relation to the initial characteristics; the increases being proportional to the ECw and SAR of the irrigation water. However, there were no considerable increase in ECse and SARse at the end of the second year in relation to the end of the first year.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O coqueiro é uma das mais importantes culturas dos países da zona intertropical, sendo capaz de gerar um sistema auto-sustentável de exploração, ser importante fonte de divisas e fornecer proteínas e calorias para a população, a exemplo de vários países do continente asiático (Cuenca, 1997).

A produção de coco no Brasil vem crescendo consideravelmente, nos últimos 10 anos, aumentando a participação na produção mundial de 1,12 para 3,77%. Entretanto, apesar do avanço, a produção nacional ainda é baixa, quando comparada à de alguns países da Ásia, como Indonésia e Índia que participam, respectivamente, com 26,87 e 22,95%, da produção mundial (FAO, 2001).

Na região Nordeste, que contribui com 74,95% da produção nacional (Anuário Estatístico, 2000) a cultura do coco exerce expressiva importância social e econômica, principalmente para as populações litorâneas, ressaltando-se que vem ocorrendo, nos últimos anos, incremento considerável da área plantada no interior.

Segundo Mahindapala & Pinto (1991) as necessidades hídricas anuais do coqueiro (cv. Gigante) são da ordem de 1500 mm, uniformemente distribuídos, sendo que veranicos superiores há dois meses podem retardar o crescimento e reduzir a produtividade.

A variedade de coqueiro Gigante, quando comparada com a Anão, tem baixa taxa de transpiração e maior habilidade para conviver com a deficiência hídrica no solo; a cultivar Anão, devido à sua alta taxa de transpiração, consome mais água e, nas mesmas

condições edafoclimáticas, é a primeira a apresentar os efeitos do estresse hídrico (IRHO-CIRAD, 1992).

No Nordeste do Brasil, em virtude da irregularidade das chuvas, a expansão da cultura foi devida à irrigação, principalmente da variedade Anão verde, cujos frutos se destinam ao mercado de água de coco “*in natura*” (Miranda *et al.*, 1999).

O manejo inadequado de água de irrigação, sobretudo quando contém razoável teor de sais, tem provocado problemas de salinidade em áreas irrigadas reduzindo e, muitas vezes, limitando a produção da maioria das culturas. No Nordeste, a qualidade da água utilizada em irrigação é muito variável, tanto em termos geográficos como ao longo do tempo, sendo que valores entre 64 e 1600 mg L⁻¹ são os mais comuns (Costa & Gheyi, 1984; Laraque, 1989; Medeiros, 1992); águas com teores de sais ainda maiores devem ser utilizadas visando ao aumento da área irrigada em virtude da expansão demográfica, com conseqüente aumento dos riscos de salinização do solo.

A salinidade, tanto dos solos como das águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das plantas (Izzo *et al.*, 1991) devido aos efeitos de natureza osmótica, tóxica e/ou nutricional (Boursier & Lauchli, 1990). Entretanto, os efeitos dependem de muitos outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (Cramer *et al.*, 1994).

Algumas espécies produzem rendimentos aceitáveis, sob condições salinas em razão da melhor adaptação osmótica, sendo capazes de absorver, acumular, e utilizar íons na síntese de compostos orgânicos e terem maior capacidade de absorção de água, mesmo em potenciais osmóticos muito baixos (Ayers & Westcot, 1991).

Muitas plantas podem até mesmo ser favorecidas quando submetidas à exposição de concentrações salinas de até 200 mM (\approx 12000 ppm) de NaCl (O’ Leary, 1995). Determinadas plantas são beneficiadas pela salinidade durante a germinação, o que lhes confere maior capacidade de adaptação à salinidade durante o restante do ciclo (Manchanda & Bhandhari, 1976).

O uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes do mundo, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água

(Rhoades *et al.*, 2000); nesse contexto, os estudos que visam identificar a tolerância das espécies à salinidade têm se destacado.

✕ Com relação ao coqueiro, algumas pesquisas foram desenvolvidas para estudar a sua tolerância à salinidade (Kulkarni *et al.*, 1973; Pomier & Brunin, 1974; Bhaskaran & Leela, 1977; Costa *et al.*, 1986; Magat *et al.* 1988; Yasuf & Varadan, 1993; Ferreira Neto, 2001; Silva Jr. *et al.*, 2002); entretanto, a maioria desses trabalhos foi desenvolvida utilizando-se da variedade Gigante e em condições de solo e clima diferentes do presente estudo; além disso, as pesquisas, até então, envolveram apenas parte do ciclo vegetativo da cultura, razão pela qual, apesar dos resultados já obtidos, são necessários estudos mais detalhados sobre a tolerância do coqueiro Anão à salinidade, em diferentes condições edafoclimáticas e em variadas fases fenológicas.

Ante o exposto, procurou-se estudar o aproveitamento de água salina, analisando-se os efeitos de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação sobre a cultura do coqueiro cv. Anão-verde durante a germinação, formação de mudas, crescimento, produção e qualidade dos frutos.

CAPITULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do Coqueiro

2.1.1 Considerações gerais

A cultura do coqueiro nunca foi encontrada em estado realmente selvagem, fato que, se por um lado prova a antigüidade dessa cultura, dificulta, ou mesmo impossibilita de modo absoluto, se estabelecer a sua origem (Correia, 1931). Purseglove (1981) cita que o coqueiro tem origem no Sudeste Asiático, especialmente nas ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico. Daquela região teria sido levado para a Índia e de lá para o leste africano; depois, deve ter se espalhado no Oeste africano e, daí, para a América e para toda a região tropical do globo. Outros autores supõem que essa espécie tem origem no Panamá, México ou até na costa brasileira, entre o Rio Grande do Norte e a Bahia, onde ocorre espontaneamente (Child, 1974; Lorenzi, 1996).

Como as demais palmáceas, o coqueiro (*Cocus nucifera* L.) é uma planta essencialmente tropical, que encontra condições climáticas favoráveis entre latitudes 20 °N e 20 °S. Decorrente de fatores climáticos, o déficit hídrico constitui a principal limitação para o seu crescimento e produção (Slatyer, 1967). Além disso, situações de umidade relativa do ar, inferiores a 60%, prejudicam o seu desenvolvimento (Ochs, 1977); a planta também sofre em

condições de umidade muita elevada devido à propagação de doenças fúngicas e redução na absorção de nutrientes, ocasionando queda prematura dos frutos, (Menon & Pandalai, 1958).

O coqueiro requer clima quente para o ótimo crescimento e produção (Child, 1974) sendo que temperaturas mínimas inferiores a 15 °C modificam sua morfologia, provocam desordens de natureza fisiológica, tais como parada do crescimento e abortamento de flores (Frédmond *et al.*, 1975).

O coqueiro possui duas variedades principais - Gigante e Anão; a variedade de coqueiro Anão se divide em três subvariedades: Anão-verde, Anão-vermelho e Anão-amarelo. A variedade Gigante geralmente é de fecundação cruzada, crescimento rápido, fase vegetativa longa (cerca de sete anos) e pode produzir em condições de sequeiro, cerca de 60 a 80 frutos/planta/ano; contudo, a produção é bastante influenciada pelas condições hídricas do solo, sendo que em cultivos irrigados a produtividade pode superar os cultivos de sequeiro em mais de 200% (Bhaskaran & Leela, 1977). A variedade Anão apresenta um desenvolvimento vegetativo lento, autofecundação e precocidade - três a quatro anos de crescimento vegetativo (Siqueira *et al.*, 1997) e pode produzir, também, em sequeiro cerca de 100 frutos/planta/ano (Cuenca, 1997).

2.1.2 Aspectos botânicos e morfofisiológicos do coqueiro

A classificação botânica das palmeiras é uma tarefa complexa, pois existem várias propostas de agrupamento e grande variação na nomenclatura, com uma mesma espécie descrita com nomes diferentes, por autores distintos (Alves & Demattê, 1987). Segundo Purseglove (1981) o coqueiro, classificado botanicamente como *Cocos nucifera L.*, pertence à família *Palmae* e é uma planta perene, arbórea, da classe *Monocotyledoneae*.

O embrião do coqueiro é muito pequeno em relação ao total da semente (menos de um milésimo do volume total da mesma) e se encontra em um dos três “olhos” que aparecem no endocarpo. Cada um dos “olhos” está em uma parte do endocarpo, e somente um deles é funcional, sendo os outros dois “cegos” (Castro & Kluge, 2001). Segundo Child (1974) o peso médio do embrião é 0,119g, com 76,69% de umidade. A matéria seca do embrião possui em média 3,45% de nitrogênio, 0,68% de fósforo, 2,14% de potássio, 0,052% de cálcio e 0,209% de magnésio.

O coqueiro possui sistema radicular fasciculado, concentrando-se dentro de um raio de 1 a 2 m a partir do caule e a uma profundidade entre 0,2 e 0,8 m; entretanto em situações de lençol freático profundo, as raízes podem alcançar até 5 m de profundidade (Menon & Pandalai, 1958; Nathanael, 1969; Cintra *et al.*, 1993).

O caule do coqueiro é do tipo não ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente; no ápice prendem-se as folhas que protegem a única gema terminal. Em virtude da ausência de tecido meristemático (câmbio) não há formação de novos tecidos e o estipe não sofre crescimento em espessura; no entanto, variações ambientais, principalmente disponibilidade de água, induzem a modificações no diâmetro do caule (Passos, 1997a).

A folha do coqueiro é do tipo penada, sendo constituída pelo pecíolo, que continua pela ráquis, onde se prendem numerosos folíolos; uma folha madura tem, aproximadamente, 6 m de comprimento, com 200 a 300 folíolos de 0,9 a 1,3 m de comprimento (Menon & Pandalai, 1958; Castro & Kluge, 2001). Sob condições ambientais favoráveis, as plantas de coqueiro Anão podem emitir até 18 folhas por ano (Child, 1974).

De acordo com Eschbach *et al.* (1982) o coqueiro apresenta todas as características de uma planta C₃ com velocidade de fotossíntese reduzida, ponto de compensação para o CO₂ alto, nítida sensibilidade à fotorrespiração e à concentração de O₂, uma fotorrespiração 3 a 4 vezes maior que a respiração na escuridão.

Segundo Castro & Kluge (2001) embora não existam dados específicos para o coqueiro, por se desenvolver em regiões quentes, é de se esperar que a taxa fotossintética seja alta, mesmo sendo uma planta C₃. Mathew & Ramadasan (1974) constataram que a maior eficiência fotossintética ocorre nas folhas novas totalmente abertas em relação às folhas mais velhas.

O coqueiro possui inflorescência paniculada, axilar, protegida por bráctea grande, chamada espata. A espata, ao completar seu desenvolvimento (três a quatro meses), abre-se, libertando a inflorescência, formada por pedúnculo, espigas e flores. Cada espiga possui, em sua base, algumas flores femininas e numerosas flores masculinas nos dois terços terminais; o número de flores femininas é fortemente influenciado pelo estado nutricional e hídrico da planta (Passos, 1997a).

Normalmente, cerca de 70% das flores femininas são fecundadas nas duas primeiras semanas após a emergência das inflorescências. O número e a percentagem de

fecundação das flores femininas dependem de fatores genéticos, climáticos, patológicos e nutricionais (Child, 1974).

Botanicamente, o fruto do coqueiro é uma drupa, formada por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior uma camada mais dura, o endocarpo. A semente, envolvida pelo endocarpo, é constituída por uma camada fina de cor marrom – o tegumento, que fica entre o endocarpo e o albúmen sólido. Na parede interna do endocarpo encontram-se os tubos vasculares ramificados, responsáveis pela condução da seiva elaborada através do pedúnculo e que alimenta o albúmen; por esses condutores penetra, também, a umidade, durante a germinação (Bondar, 1955).

O fruto leva, em média, 12 meses para amadurecer, atingindo a concentração de açúcares no albúmen líquido, o nível máximo de 5% no quinto ou sexto mês; a partir daí, ocorre diminuição desses valores, devido a processos bioquímicos de transformação de carboidratos em gorduras (Castro & Kluge, 2001).

2.1.3 Aspectos nutricionais na cultura do coqueiro

Na cultura do coqueiro, o potássio (K) e o nitrogênio (N) são os nutrientes extraídos do solo em maior quantidade, seguidos do cloro (Cl), fósforo (P), magnésio (Mg), enxofre (S) e cálcio (Ca) (Ouvrier, 1984). Ressalta-se ser o K essencial para a translocação de açúcares e para a formação de amido sendo, também, importante nos processos de abertura e fechamento dos estômatos; o N é utilizado na síntese de aminoácidos que compõem as proteínas, e na formação de outros compostos, como a clorofila, ácidos nucléicos e enzimas (Sobral, 1997). /

Ollagnier & Ochs (1971), estudando a importância do cloreto (Cl) no processo nutricional do coqueiro, observaram ser este nutriente de grande significação para a produção de frutos e teor de óleo na copra; Uexkull (1972) verificou com a aplicação de cloreto de potássio, aumento no peso do albúmen de 117 g para 216 g e incremento no teor de Cl na folha nº 14 (a partir do ápice) de 0,40 g kg⁻¹ para 2,33 g kg⁻¹, enquanto o teor de potássio na mesma folha variou de apenas 10,9 g kg⁻¹ para 11,7 g kg⁻¹. Segundo Marschner (1995) o cloro é absorvido na forma de cloreto (Cl⁻) e tem funções na fotossíntese e na regulação estomática da planta.

O fósforo participa das reações relacionadas ao transporte e armazenamento de energia, o enxofre é constituinte de três aminoácidos (cistina, metionina e cisteína) sendo, portanto, essencial nos processos de síntese protéica; o magnésio compõe a molécula da clorofila (Sobral, 1997). O cálcio participa na estrutura e funcionamento das membranas, além dos processos de absorção iônica, controle hormonal e ativação enzimática (Sá & Buzzeti, 1994).

Alguns micronutrientes, como boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe) se destacam em importância para a cultura do coqueiro. O B exerce funções relacionadas ao transporte de açúcares e à síntese de ácidos nucleicos (Menguel & Kirkby, 1978); o Cu participa dos processos de fotossíntese, respiração e regulação hormonal; o Mn participa, também, dos processos fotossintéticos e respiratórios e da síntese de proteínas; o Zn é importante para os processos de respiração, controle hormonal e síntese de proteínas, enquanto o Fe tem função na fotossíntese, respiração e assimilação de nitrogênio e enxofre (Malavolta *et al.*, 1997).

A determinação da necessidade de adubação do coqueiro pode ser feita através da análise foliar, cuja metodologia, proposta por Sobral (1997) prevê amostragem de folha do meio da copa, pois em folhas muito jovens ou muito velhas, há translocação de nutrientes, o que pode afetar os resultados. Segundo Frémond *et al.* (1966) a 14^a folha, contada a partir do ápice, é a que melhor expressa os estados nutricionais da planta, devendo ser as amostras coletadas durante a estação seca, entre 7 e 11 horas da manhã, retirando-se três folíolos de cada lado da parte central da folha.

Os níveis críticos dos macro e micronutrientes do coqueiro Gigante podem ser visualizados na Tabela 1:

Tabela 1: Níveis críticos dos principais nutrientes do coqueiro cv. Gigante

Folha	Nutrientes ^a											
	N	P	K	Cl ^b	Ca	Mg	S	B	Mn	Zn	Cu	Fe
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
9	22,0	1,3	11,5		4,4	2,4						
14	18	1,2	8,0	2,5	5,0	2,4	1,5	10	100	15	5	40

^a Fonte: Manciot (1980) e Magat (1991) *apud* Sobral (1997)

^b Dado sugerido por Uexkull (1992)

2.1.4 Necessidades hídricas do coqueiro

O déficit hídrico no solo, causado pela má distribuição de chuvas ao longo do ano, é considerado um dos principais fatores que contribuem para a baixa produtividade do coqueiro podendo, segundo Nair (1989) afetá-la negativamente por um período de 8 a 24 meses depois de cessado o estresse. Se o déficit 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 (Yusuf & Varadan, 1993).

Rao (1986) estudando o efeito da seca sobre a produção do coqueiro, observou danos oito meses após o período de estiagem, estendendo-se por mais doze meses, mesmo sob boas condições hídricas, com o máximo de queda na produção (64,12%) no 13º mês após o período seco.

De acordo com Alvim & Kozlowski (1977), o coqueiro possui características fisiológicas únicas que o fazem particularmente susceptível, tanto ao estresse hídrico como ao alagamento, ressaltando-se que o tamanho das folhas é quase o mesmo para todas as idades, de forma que a transpiração, em condição de constante temperatura, umidade e movimento do ar, varia pouco em todos os estádios de crescimento; o potencial gravitacional influencia significativamente de forma negativa, o processo de absorção de água, com o aumento da idade da planta e altura da árvore; a resistência à penetração de água através do atrito, também aumenta com a idade das plantas; enfim, a elevação do lençol freático na zona de desenvolvimento das raízes pode causar a morte das raízes, por asfíxia. /

Segundo Mahindapala & Pinto (1991), o coqueiro se desenvolve melhor em solos de textura média, com boas condições de drenagem, sendo que o crescimento é retardado e a produtividade é reduzida em períodos de seca superiores há três meses.

O coqueiro pode sobreviver a longos períodos de estresse hídrico; entretanto, nessas condições sua produtividade é severamente afetada. Os primeiros sintomas de estresse são manifestados pela queda prematura de frutos e pela senescência precoce das folhas; qualquer adição de água nessas condições será refletida diretamente na melhoria da aparência e da produtividade da planta (Ohler, 1984). /

Aumento considerável na produtividade de coqueiro, cultivado em condições de sequeiro, pode ser obtido quando são adotadas práticas que aumentem a eficiência de uso da água, como controle de escoamento superficial, aumento da infiltração e conservação da umidade do solo (Jayasekara & Jayasekara, 1993).

Segundo Fontes *et al.* (1997) a irrigação de sementes do coqueiro no germinadouro é de fundamental importância para acelerar a velocidade de germinação. A necessidade de água nesta fase é de 6 a 7 mm dia⁻¹, que correspondem ao uso de 60 a 70 m³ de água ha⁻¹ dia⁻¹, recomendando-se a aplicação da irrigação em dois turnos: no início da manhã e no final da tarde.

Henry & Chandrasekar (1983), estudando o efeito da irrigação no coqueiro durante oito anos, na Índia, observaram aumento no número de folhas e tamanho do caule, precocidade e uniformidade na floração e aumento substancial na produção de frutos de plantas irrigadas, em relação às de cultivo em sequeiro. /

Efeitos positivos da irrigação sobre coqueiro durante a fase produtiva foram observados na Índia, em Chalakudy e Kasaragod; no estado de Kerala, utilizando-se irrigação por gotejamento e lâmina de 30 L/ planta/dia foram observados significativos aumentos na produção de cocos (Nair *et al.*, 1995).

Bhaskaran & Leela (1977) constataram, em Nileshwar, na Índia, aumento de 34 a 215% na produção do coqueiro Gigante (fase adulta) devido à prática de irrigação; as plantas com menores produções (<20 frutos/planta/ano) foram as de maior resposta à irrigação de 800 L/planta/semana.

Nair *et al.* (1995) em Calicut (Índia), estudando diferentes métodos de irrigação em coqueiro Gigante, entre os anos de 1985-1987, observaram as maiores produções quando as plantas foram irrigadas por gotejamento, aplicando-se 600L/planta/semana.

A cultura do coqueiro adapta-se bem a diversos sistemas de irrigação: por subsuperfície, por superfície e através de sistemas pressurizados, como aspersão e irrigação localizada. Entretanto, em virtude da preocupação mundial com a questão de gerenciamento, conservação e economia dos recursos hídricos, tem sido recomendado o uso de irrigação localizada.

Para Alvim & Kozlowski (1977) o balanço de água no solo deve ser calculado através da evapotranspiração da área, a exemplo dos trabalhos de Frémond que, usando a

fórmula desenvolvida por Thornthwaite, calculou a evapotranspiração potencial do coqueiro na região de Port Bouet, na Costa do Marfim, e obteve o valor de 1746 mm.ano⁻¹.

Segundo Jayasekara & Jayasekara (1993) um coqueiro adulto com 35 folhas (150 m² de área foliar) transpira 30 a 120 L/dia de água, dependendo da demanda evaporativa da atmosfera e do teor de umidade do solo. No Brasil, de modo geral, tem-se utilizado, no cálculo da quantidade de água aplicada na cultura do coqueiro, o coeficiente de cultivo (Kc) de 0,8 para plantas adultas (Nogueira *et al.*, 1997).

Miranda *et al.* (1999) estudando o efeito de diferentes regimes de irrigação sobre desenvolvimento e precocidade de produção de plantas jovens de coqueiro cv. Anão, em solo classificado como Alissolo, de textura arenosa, irrigadas por microaspersão, observaram variação no consumo hídrico das plantas, de acordo com o desenvolvimento, de 6 a 28 L/planta/dia durante o primeiro ano, de 28 a 100 L/planta/dia no segundo ano e de 103 a 173 L/planta/dia no terceiro ano de cultivo.

2.2 Uso de água salina na irrigação das culturas

Em todo o mundo, o uso intensivo de águas de boa qualidade e o crescente aumento da área agrícola têm gerado a necessidade do uso de águas de inferior qualidade na irrigação (Ayers & Westcot, 1991). Nesse contexto, as águas salinas possuem grande potencial para uso na irrigação, contanto que algumas estratégias principais de manejo sejam observadas, tais como: águas salinas e de baixa salinidade em rotação de espécies tolerantes e sensíveis, respectivamente; águas salinas em irrigação de espécies tolerantes; rotação de águas salinas com águas de baixa salinidade para uma mesma cultura e uso de águas salinas após passarem por processo de dessalinização (Shilfgaard & Rhoades, 1984; Rhoades, 1985).

Rhoades (1985) ao justificar a preferência pela rotação de águas (salinas e de baixa salinidade) em vez da mistura dessas águas, para uso em irrigação, afirma que, ao diluir a salinidade excessiva da água, com águas menos salinas, não aumenta o suprimento da água para as culturas com a mesma tolerância, pois a planta remove efetivamente a fração de água boa até atingir a porção salina; além disso, o uso cíclico de águas de alta e baixa salinidade previne a salinidade do solo.

As águas salinas raramente contêm concentrações excessivas de sais para causar injúrias imediatas às culturas, contanto que não ocorra contato direto com as folhas. Já em relação aos solos, a concentração de sais solúveis aumenta se o manejo de irrigação for inadequado. Quando a concentração de sais dissolvidos, como cloretos e sulfatos de sódio, magnésio e potássio, está acima do limite de tolerância da maioria das plantas, naturalmente ocorrem danos (Rhoades *et al.*, 2000).

De acordo com Ayers & Westcot (1991) águas com condutividade elétrica (CE) maior que $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ são de restrição severa para uso na irrigação; entretanto, águas com até $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ estão sendo utilizadas com êxito, em várias partes do mundo, sob amplas condições de solo, clima, irrigação e cultivo.

Em Israel, onde o solo é, geralmente, permeável e tem boa drenagem, têm sido utilizadas em irrigação águas de CE de até $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ (restrição severa segundo Ayers & Westcot, 1991). Na Tunísia, o governo criou um centro de pesquisa visando ao aproveitamento de águas salinas ($2,8$ a $9,2 \text{ dS m}^{-1}$) em irrigação, com bons rendimentos, mediante certos cuidados com o manejo (Rhoades *et al.*, 2000).

Nos EUA, águas salinas ($6,0$ a $7,5 \text{ dS m}^{-1}$) vêm sendo usadas com sucesso na irrigação, durante períodos de 75 a 100 anos, em várias áreas do Sudoeste do País; as principais espécies cultivadas nessas áreas são algodão, beterraba e alfafa (Rhoades *et al.*, 2000). A política do governo egípcio é usar águas de drenagem (salinidade de até $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) depois de misturada com águas do Rio Nilo, com salinidade equivalente a 1 dS m^{-1} . Na Índia, o uso continuado de águas salinas em irrigação vem sendo praticado em várias situações e de forma continuada; águas muito salinas podem ser usadas em diversas áreas, sem acúmulo excessivo de sais, em razão de extensa lixiviação sazonal que nelas ocorre (Pal *et al.*, 1984).

2.3 Efeito dos sais nas plantas

2.3.1 Considerações gerais

Os efeitos deletérios da salinidade no crescimento das plantas manifestam-se através de redução nas taxas de transpiração e de crescimento. Esses efeitos estão relacionados

principalmente à concentração eletrolítica, independente da composição específica do soluto (Rhoades *et al.*, 2000).

O aumento da pressão osmótica em decorrência de altas concentrações de sais solúveis na solução do solo, afeta o desenvolvimento das culturas, devido: à reduzida absorção de água pelas raízes das plantas (Azevedo, 1983); às alterações nos processos de absorção e nutrição, provocadas pela presença de certos íons em determinadas concentrações e proporções (Strogonov, 1964; Maas *et al.*, 1972; Swarup, 1982); além da toxicidade que é causada por determinados íons específicos na planta (Gaugh & Wadleigh, 1945).

A salinidade exerce, portanto, efeitos complexos nas plantas, devido às interações entre efeitos tóxicos, osmóticos e nutricionais, embora não sejam exatamente conhecidas as alterações fisiológicas provocadas pelo estresse salino.

As plantas extraem a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção da água exercidas pelo solo. À medida que a água é extraída do solo, as forças que retêm a água restante tornam-se maiores. Quando a água do solo é retida com força superior às forças de extração, inicia-se o estado de escassez de água na planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção através de efeito osmótico e, portanto, a magnitude do problema de escassez de água na planta. De acordo com Daker (1988) a disponibilidade de água para as raízes depende tanto do potencial osmótico como do potencial matricial que, juntos, formam o potencial total de umidade do solo.

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, por sua vez, faz com que a disponibilidade de água para a cultura diminua a medida em que a salinidade aumenta. Por isso, os efeitos de estiagem e de salinidade são praticamente homólogos, pois provocam estado de escassez de água na planta e redução de seu crescimento. No entanto, os efeitos de paralisação do crescimento, danos nas folhas e necroses ou danos nos tecidos, aparecem depois que as culturas são expostas às condições de alta salinidade, por tempo prolongado (Ayers & Westcot, 1991).

De tudo que precede, supõe-se que a salinidade reduz a disponibilidade da água de forma similar para todos os tipos de plantas; no entanto, nem todas as culturas são igualmente afetadas pelo mesmo nível de salinidade. Algumas culturas são mais tolerantes que

outras e podem apresentar mecanismos que permitam maior adaptação a ambientes salinos. A causa da diferença não é totalmente conhecida; entretanto, dados experimentais indicam que a tolerância de algumas plantas é 8 a 10 vezes maior que a de outras (Ayers & Westcot, 1991).

Segundo O' Leary (1995) algumas halófitas crescem mais em níveis elevados de salinidade que em condições não salinas, embora isto ocorra em uma minoria de espécies, porém se tem observado que em níveis de salinidade entre 50 a 200 mM de NaCl, um razoável número de halófitas cresce mais que em condições não salinas. Este fato, contudo, não é verificado entre as monocotiledôneas halófitas que, normalmente, têm crescimentos ótimos em níveis de salinidade menores que 50 mM de NaCl.

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

Os íons apresentam diferentes níveis de toxicidade, como o boro, por exemplo, que mesmo sendo um micronutriente essencial às plantas, quando presente no extrato de saturação do solo em concentrações maiores ou iguais a $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ pode ser tóxico a certas espécies (cítrus, abacate, uva) ao passo que o aspargo, uma cultura tolerante suporta concentrações de até 15 mg L^{-1} sem qualquer injúria (Maas, 1984).

Segundo Strogonov (1964) o efeito prejudicial da toxicidade de sais no desenvolvimento das culturas é variável, dependendo tanto do tipo como da concentração de íons envolvidos, bem como da espécie ou variedade vegetal. A toxicidade mais freqüente é a provocada pelo cloreto contido na água de irrigação, seguido pelo sódio e boro, entretanto muitos outros oligoelementos podem também se tornar tóxicos para as plantas, mesmo em concentrações relativamente baixas (Ayers & Westcot, 1991).

Conforme Marschner (1995) apesar do cloro ser um micronutriente essencial para todas as plantas e o sódio um nutriente mineral para muitas halófitas e algumas espécies C_4^a , a concentração excessiva desses elementos tem causado toxicidade em muitas culturas.

O cloreto é absorvido pelas raízes e translocado para as folhas, onde se acumula durante a transpiração. A sensibilidade das culturas a esse íon é bastante variável, pois enquanto concentrações na folha acima de 3 g kg^{-1} , em base de peso seco, podem

^a Plantas cujo primeiro composto formado na fotossíntese tem 4 átomos de carbono.

provocar sintomas de toxicidade em culturas sensíveis (abacateiros, videiras e plantas cítricas) em espécies tolerantes, como beterraba açucareira, pode ocorrer acúmulo de até 42 g kg⁻¹ de cloreto sem qualquer sintoma de toxicidade (Marschner, 1995).

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

De acordo com Marschner (1995) níveis adequados de sódio no solo têm efeito positivo, até mesmo sobre o crescimento de algumas glicófitas. O autor cita que, em culturas tolerantes aos sais, altas proporções de potássio podem ser substituídas pelo sódio, sem causar prejuízos, estimulando positivamente o metabolismo das plantas; entretanto, em plantas sensíveis aos sais, em geral essa substituição não ocorre.

É evidente que a presença de sódio em pequena quantidade, pode estimular o crescimento e o desenvolvimento de determinadas plantas, porém, alta concentração desse elemento na solução do solo, ou altos valores de relação de adsorção de sódio (RAS) no extrato de saturação, podem provocar sintomas de toxicidade. Ao contrário dos sintomas de toxicidade provocados pelo cloreto que aparecem no ápice das folhas, os sintomas de toxicidade do sódio surgem na forma de queimaduras ou necroses, ao longo das bordas (Ayers & Westcot, 1991).

Com exceção de algumas espécies de gramíneas como o trigo, sorgo e arroz, a toxicidade de sódio parece ser menos evidente que a do cloreto e está relacionada, principalmente, a baixas concentrações de cálcio ou a problemas de aeração (Marschner, 1995).

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

Altas concentrações de Na ou de outros cátions na solução do solo, podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, indiretamente, através de seu efeito sobre as condições físicas do solo ou na disponibilidade de outros elementos. Por exemplo, quando no extrato de saturação do solo há teores apreciáveis de carbonato de sódio, o pH poderá alcançar valores maiores que 8 (Santos & Muraoka, 1997). Nestas condições, a disponibilidade de vários elementos essenciais às plantas (Cu, Zn, Mn, Fe) é reduzida, influenciando o seu crescimento, não diretamente pelo carbonato de sódio, mas por seu efeito no pH do solo (Brady & Buckman, 1983).

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

Para Marschner (1995) elevados níveis de salinidade inibem a absorção, o transporte e a utilização de nutrientes pelas plantas. O autor cita que alta concentração de cloreto de sódio e baixa concentração de manganês no solo inibem a absorção do manganês, provocando deficiência desse nutriente e alta concentração de Cl^- pode inibir a absorção de NO_3^- acarretando deficiência de nitrogênio.

Ainda segundo Marschner (1995) injúrias causadas pela salinidade no processo fotossintético nas folhas jovens são de difícil percepção porque, normalmente, os sais se acumulam primeiro nas folhas mais velhas; o autor cita terem alguns autores observado decréscimo na atividade fotossintética de arroz, em condições de salinidade, apenas nas folhas velhas e que este fato estava diretamente relacionado ao aumento das taxas de Na^+ , principalmente no simpasto.

O efeito do estresse salino sobre o metabolismo do fósforo varia com a espécie e com a concentração desse elemento na zona radicular da planta, mas na maioria das vezes a salinidade provoca danos ao mecanismo intracelular controlado pelo fósforo (Hate & Orcutt, 1987).

2.3.2 Efeito dos sais na qualidade dos produtos vegetais

Informações sobre os efeitos da salinidade da água e/ou do solo na qualidade de produção são ainda muito escassas; em geral, a salinidade do solo, causada pela irrigação ou pela combinação dos fatores água, solo e manejo das culturas, pode resultar em redução na produção, mudanças na cor e aparência dos produtos agrícolas (Rhoades *et al.*, 2000).

Muitos legumes produzidos em solos salinos não têm boas qualidades comerciais, sendo observadas produção de frutos pequenos em tomate e pimenta (Bernstein, 1959), redução no tamanho do peciolo de aipo (Françóis & West, 1982) e deformações nas batatas (Blodgett & Snyder, 1946).

Contudo, nem sempre as alterações provocadas pela salinidade são prejudiciais, a exemplo do sabor da cenoura (Bernstein & Ayers, 1953) e do aspargo (Françóis, 1987) que é melhorado devido ao considerável aumento de açúcar quando as plantas se desenvolvem em condições salinas; o total de sólidos solúveis em tomates é significativamente aumentado à medida que cresce o estresse salino (Jobes *et al.*, 1981; Adams & Ho, 1989); no entanto, esse ganho na qualidade é acompanhado de redução na produção.

Iyengar & Pandya (1977) estudando tolerância aos sais em 20 variedades de beterraba açucareira (*Beta vulgaris*), observaram decréscimo na produção de tubérculo somente na metade das cultivares, quando irrigadas com água do mar diluída para uma concentração de 22.000 mg L⁻¹ e plantadas em solos arenosos. Nas variedades Maribo, Magnapoly e Kawep Precopoly, consideradas mais tolerantes, a percentagem ideal de açúcar praticamente não foi reduzida.

A canola (*Brassica spp.*) possui baixa percentagem de gordura saturada e tem crescido em importância entre as sementes oleaginosas. Esta espécie é muito tolerante aos sais, pois não teve declínio na produção até o nível de salinidade do extrato de saturação do solo de 10 dS m⁻¹; as reduções na taxa de produção foram de 11,2% por acréscimo unitário da salinidade, após o ponto onde começa a haver limitação no rendimento da cultura (salinidade limiar); as quantidades de óleo e proteína não foram afetadas pela salinidade (Françóis, 1994).

Em açafão (*Carthamus tinctorius*) alta salinidade normalmente não afeta o fator de composição ácido-oleaginosa, com exceção das variedades com alto potencial de produção (Yermanos *et al.*, 1964; Irving *et al.*, 1988).

2.3.3 - Mecanismo de tolerância aos sais em vegetais

Para Pizarro (1985) o grau de tolerância aos sais das plantas halófitas se deve a adaptações morfológicas e fisiológicas. Por exemplo, a planta “coral” (*Salicornia herbácea*) pode crescer em solos salinos devido à sua capacidade de acumular grandes quantidades de sais, abaixando o potencial osmótico e facilitando a absorção de água. Outras halófitas acumulam substâncias orgânicas, como a “barrilheira maior” (*Salsola soda*) que concentra ácido orgânico ou a “donzela do mar” (*Artemisia marítima*) que acumula hidrato de carbono.

Segundo Tanji & Hanson (1990) a capacidade de crescimento e de realização da fotossíntese de determinadas culturas, na presença de níveis elevados de cloreto, pode ser atribuída à grande eficiência na utilização do cálcio por essas plantas. De maneira geral, as culturas tolerantes conseguem absorver grande quantidade de sais e os isolam nos vacúolos, diminuindo o gradiente osmótico em relação ao solo e, conseqüentemente, aumentando sua capacidade de absorver água.

De acordo com O' Leary (1995) as plantas têm evoluído em duas diferentes estratégias para se adaptarem a elevados níveis de sais de sódio presentes na ambiência. Uma estratégia é excluir os sais das células das folhas (plantas *excluders*) e a outra é acumular sais dentro dos vacúolos das células das folhas (plantas *includers*). Em ambos os casos, o resultado irá manter relativamente em nível baixo, a concentração de sódio no citoplasma. No primeiro caso, ocorre limitação na entrada de íons através da superfície da raiz ou a restrição de sais se dá durante o percurso (no xilema) entre as raízes e as folhas; no segundo caso, a entrada e o transporte de íons para as folhas não são severamente restringidos e o problema é controlado principalmente no tonoplasto.

Embora ambas as estratégias sejam efetivas, as plantas que excluem sais fora das células das folhas são hábeis em tolerar altos níveis de salinidade presentes no solo mas, nessas condições, têm o crescimento fortemente reduzido; as plantas que acumulam altas

concentrações de íons podem mais facilmente aumentar as taxas de crescimento sob estresse salino.

Marschner (1995) cita o exemplo da beterraba açucareira (tolerante a sais) como planta *includer* com grande capacidade de acumular sais, enquanto culturas como milho e feijão (sensíveis aos sais) acumulam pouco sais de Na^+ e Cl^- nos tecidos, mesmo quando submetidas a elevados níveis de salinidade no solo.

Dudy & Gilad (1999) relatam que os genes das plantas podem ser classificados de acordo com a resposta ao estresse salino, havendo os que aumentam, diminuem ou não alteram a atuação no organismo vegetal.

Vários pesquisadores têm demonstrado que o mecanismo de tolerância aos sais está relacionado a fatores de acumulação de íons (Rush & Epstein, 1981a; Tal & Shannon, 1983), seletividade ou exclusão de íons (Noble *et al.*, 1984; Sykes, 1992), compatível produção de solutos orgânicos (Wyn Jones *et al.*, 1977; Grumet & Hanson, 1986) e ajustamento osmótico (Marschner, 1995).

◆ Acumulação de íons

Acumulação de íons dentro das raízes ou na parte aérea das plantas é um dos principais motivos que diferenciam as variedades tolerantes aos sais das sensíveis. Isto é bem conhecido entre as halófitas que absorvem altas concentrações de íons e se adaptam a ambientes salinos (Flowers *et al.*, 1977); elas podem separar íons tóxicos não apenas nos vacúolos mas, também, em outros órgãos, como bolsas e glândulas salinas (Levitt, 1972; Schirmer & Breckle, 1982).

A espécie de tomate selvagem (*Lycopersicon cheesmanii*) é considerada mais tolerante que as espécies cultivadas, devido à sua capacidade de acumulação de íons (Rush & Epstein, 1981b), e a variedade tolerante aos sais "Edkaway" de tomate, acumula maiores concentrações de Na^+ nos tecidos das folhas que a maioria das cultivares sensíveis de *Lycopersicon esculentum* (Hashim *et al.*, 1986). Acredita-se que a excreção de sais nas plantas através da superfície das folhas pode reduzir a necessidade de acumulação de íons, necessária para manter positivo o crescimento e turgor vegetal em baixos potenciais de água no solo (Shannon, 1997).

Plantas *includers* têm, normalmente, os seguintes mecanismos de adaptação à salinidade: tecidos tolerantes aos sais, compartimentação de sais, síntese de solutos compatíveis, substituição de potássio pelo sódio, aumento de água nos tecidos e excreção de sais; entretanto, podem apresentar problemas devido à toxicidade de cloro e sódio e deficiência em potássio e cálcio (Marschner, 1995).

As plantas *includers* repartem o Na^+ e Cl^- absorvido em vários órgãos e tecidos nas plantas, sendo que a restrição à penetração desses íons em folhas jovens é uma característica de plantas tolerantes aos sais. Cita-se como exemplo o caso de *Kosteletzkya virginica* (dicotiledônea halófito) que teve ótimo crescimento quando cultivada em substrato contendo 85 mM de NaCl, com concentração de Na^+ nas folhas jovens de 25 mM, enquanto nas folhas velhas a concentração de Na^+ era 230 mM; a concentração de K^+ nas folhas velhas era de 100 e, nas folhas novas, de 320 mM (Marschner, 1995).

De acordo com Hate & Orcutt (1987), nas halófitas mais de 90% do sódio se encontram na parte aérea e em altas concentrações nas folhas, onde não existe translocação desse nutriente; comportamento diferente tem o potássio que apresenta grande mobilidade.

◆ Seletividade ou exclusão de íons

Munns & Termaat (1986) dividem o estresse salino em efeitos de longa e curta duração; os efeitos de curta duração ocorrem em questão de dias e envolvem a diminuição do crescimento, em razão, possivelmente da deficiência na absorção da água pelas raízes e os efeitos de longa duração ocorrem após semanas e é o resultado da pressão máxima do sal, reduzindo a expansão das folhas e a atividade fotossintética.

A sensibilidade aos sais em algumas culturas tem sido atribuída ao fracasso das plantas em reter Na^+ e/ou Cl^- fora do fluxo da transpiração, o que provoca a destruição dos tecidos das plantas (Flowers *et al.*, 1977; Harvey, 1985). Para Flowers & Yeo (1986) os danos provocados pelos sais em folhas de espécies sensíveis, podem ser resultado do excesso de íons concentrados no apoplasto ou do efeito tóxico de íons no processo metabólico do simplasto.

O mecanismo de seletividade na absorção de íons que capacita os organismos a discriminar entre elementos químicos similares, como os íons de Na^+ e K^+ , está localizado nas membranas e tecidos e, também, nas várias organelas existentes por toda a planta, tendo

importância significativa no seu processo de adaptação à salinidade (Kuiper, 1968; Bliss *et al.*, 1984).

Entre plantas específicas de mangue tem-se observado eficiente restrição na absorção de sais, devido ao desenvolvimento de uma membrana filtrante no sistema. A cinza do mangue (*Avecennia marina*) pode, em média, excluir 90% dos sais próximo das raízes e obtém crescimento máximo quando a água possui 25% da concentração de sal da água do mar (Burchett *et al.*, 1984), enquanto outras espécies de mangue podem sobreviver em concentrações salinas 2 a 3 vezes superiores às da água do mar (Clough, 1984).

Muitas espécies de plantas retêm ou limitam o transporte de sais no fluxo da transpiração através de membranas, organelas (vacúolos) ou tecidos (Shannon, 1997), enquanto algumas espécies podem ser hábeis em separar os íons em nível de organelas (glândulas salinas) ou estocando o sal nas raízes, folhas velhas, hastes e pecíolos (Jacoby, 1964). Muitas vezes, a restrição aos sais dentro do citoplasma não é completa e as plantas sucumbem ao sal; isto ocorre se a taxa de crescimento não for suficientemente alta, proporcionando a acumulação excessiva de sal, a ponto de atingir os tecidos mais sensíveis (Flowers & Yeo, 1986).

Mecanismos de seletividade no transporte fisiológico de íons entre espécies e variedades são decorrentes de diferentes genes específicos (Epstein & Jefferies, 1964), existindo grande variação genética entre as diferentes espécies e variedades de plantas.

Diferenças na capacidade de excluir íons de Na^+ e o Cl^- foram observadas em variedades de trigo, cevada, videira e citros e estão relacionadas à tolerância aos sais (Bernal *et al.* (1974), Greenway and Munns (1980), Downton (1985) e Maas (1993) *apud* Marschner, 1995); a capacidade de excluir íons de Cl^- parece ser ação de um gene dominante e é independente da habilidade de excluir Na^+ fora da parte aérea das plantas (Sykes, 1992).

As plantas *excluders* respondem à salinidade com a síntese de solutos orgânicos (açúcares) e redução da área foliar aumentando, assim, o potencial hídrico nas folhas; apresentam, contudo, problemas relacionados com déficit hídrico e redução nos processos de expansão celular, fixação de CO_2 e síntese de proteína (Marschner, 1995).

Em glicófitas, a redução na permeabilidade das membranas (passiva e plasmática) para o sódio e o cloro, é o principal mecanismo para reter a penetração desses íons no sistema radicular e, conseqüentemente, na parte aérea das plantas; na maior parte dessas

espécies, geralmente, ocorre relação inversa entre absorção de sais e tolerância ao estresse salino (Marschner, 1995).

As plantas halófitas, para reduzir a concentração de sais nos tecidos fotossintetizadores, usam vários mecanismos, como acumulação em bolsas salinas, secreção através de glândulas salinas, eliminação pelas folhas velhas e translocação de sais para outras partes da planta (Waisel *et al.*, 1986); as glândulas salinas são altamente seletivas e podem excretar grande quantidade de sais via superfície das folhas, tanto em condições de chuva como simplesmente pelo orvalho, sendo um processo ativo que independe da temperatura (Marschner, 1995).

◆ Ajustamento osmótico

As plantas halófitas absorvem grandes quantidades de sais e os acumulam em suas folhas, estabelecendo um equilíbrio osmótico com o potencial de água no solo. O ajuste osmótico se dá com o acúmulo de íons absorvidos nos vacúolos e manutenção de baixa concentração salina no citoplasma, para que não haja interferência nos mecanismos enzimáticos, metabólicos e na hidratação de proteínas; esta compartimentação é o que permite, segundo Lauchi & Epstein (1984), às plantas halófitas viverem em ambientes salinos.

Geralmente, o ajustamento osmótico ineficiente provoca perda de turgor e fechamento dos estômatos, o que reduz rapidamente as trocas gasosas e, conseqüentemente, a fotossíntese. Baixo turgor vegetal pode, também, provocar efeitos negativos no processo de alongamento e divisão celular (Shannon, 1997).

O ajustamento osmótico nas plantas ocorre a partir de diminuição do potencial osmótico através de aumento de solutos (ou diminuição de água) em resposta à redução do potencial externo da água, para ser mantido o turgor vegetal. Existem algumas controvérsias sobre os osmóticos-reguladores que ocorrem na maior parte das plantas (Munns & Termaat, 1986); diferentes substâncias foram encontradas com capacidade osmótico-reguladora entre genótipos de trigo (Morgan, 1977).

Segundo Fageria (1984) o ajustamento osmótico envolve tanto a absorção e a acumulação de íons inorgânicos como a síntese de solutos orgânicos, como carboidratos e ácidos orgânicos.

Íons cloreto contribuem mais para o ajustamento osmótico que os íons sulfato, porque o cloreto é mais rapidamente absorvido pelas plantas; na presença predominante de cátions monovalentes e ânions bivalentes, a absorção de cátions excede a de ânions (Hate & Orcutt, 1987).

Em genótipos cuja inclusão de íons é a principal estratégia para tolerar os sais (*includers*), o ajustamento osmótico é alcançado pela acumulação de sais (principalmente NaCl) nos tecidos das folhas (Flowers, 1988); para o ajustamento osmótico nesse tipo de planta, são necessárias concentrações de sais nas células (em especial nos vacúolos) em torno de 300-500 mM de Cl⁻ e Na⁺, enquanto no citoplasma as concentrações de íons inorgânicas são mantidas em torno de 100 a 200 mM (Gorham *et al.*, 1985).

◆ Solutos orgânicos

Acredita-se que os açúcares, *Prolina*, *Glycina betaine* e outros solutos orgânicos, contribuem para tolerância aos sais, através do balanceamento osmótico e preservação das atividades enzimáticas na presença de íons tóxicos (Grumet *et al.*, 1985); esses autores notaram que a salinidade causa maior aumento de sucrose nas folhas das espécies sensíveis que nas espécies tolerantes, e sugeriram que a sucrose nas folhas e a concentração de amido poderiam ser usadas como indexador para indicar o aumento da tolerância aos sais.

Tanji & Hanson (1990) afirmam que no citoplasma a função de regulação osmótica é realizada principalmente pelos solutos sintetizados pela planta. Sob condições de estresse salino, grande quantidade de sais penetra no citoplasma, o que dificulta o transporte de compostos orgânicos, responsáveis pela regulação osmótica.

Segundo Marschner (1995), em genótipos cuja exclusão é o principal mecanismo para tolerar os sais (*excluders*), a síntese de solutos orgânicos, como açúcares e aminoácidos e a absorção de K, Ca e NO₃, pode ser aumentada em condições de estresse salino, provocando gastos elevados de energia e redução no crescimento das plantas.

De acordo com Robinson & Jones (1986) para que ocorra ajustamento osmótico em plantas expostas ao estresse salino, são acumuladas altas concentrações de solutos orgânicos nos cloroplastos; entretanto, em outros tecidos este fato não é tão evidente; plantas de espinafre expostas a 200 mM de NaCl tinham concentração de *Glycine betaine* no tecido da folha aumentada de 2,5 a 16,6 mM, enquanto no cloroplasto a concentração passou de 26 para 289 mM.

Para Marschner (1995) *Glycine betaine* é um eficiente soluto orgânico porque é altamente solúvel em água e pouco influencia no metabolismo do citoplasma; *Glycine betaine* é o soluto orgânico melhor estudado; o autor cita os *D-Sorbitol*, *D-Pinitol*, *Prolina* e *3-dimethylsulfoniopropionate* como outros exemplos de solutos orgânicos encontrados em diferentes famílias vegetais.

Hate & Orcutt (1987) relatam que, em condições de estresse salino, carboidratos, aminoácidos ou ácidos orgânicos, podem ser acumulados nos tecidos das plantas, a exemplo do malato, que se acumula em plantas do tipo CAM (*crassulacean acid metabolism*).

◆ Eficiência no uso da água

Segundo Devlin (1976) é difícil estabelecer se uma deficiência hídrica provocada por baixos potenciais hídricos no solo teve efeito inibidor direto sobre a fotossíntese, pois a quantidade de água utilizada no processo fotossintético é muito pequena em comparação com a água transpirada; os efeitos inibidores da fotossíntese, devido ao déficit hídrico, ocorrem primeiramente devido à diminuição do protoplasma e fechamento dos estômatos, afetando a estrutura coloidal e, deste modo, influenciando em todos os processos metabólicos.

Segundo Street & Opik (1974) ambos os fatores, o estrutural e o bioquímico, estão envolvidos na resistência ao déficit hídrico. Muitas plantas possuem células pequenas e se pode prever que, quanto menor o volume desidratado, tanto mais fracas são as tensões mecânicas criadas; além disso, o aumento do potencial osmótico das células em razão de um aumento no teor de açúcar, resultante da hidrólise do amido, também, aumentará a capacidade de remoção de água.

Um mecanismo que poderia prevenir o baixo turgor e melhorar a eficiência no uso da água das plantas submetidas ao déficit hídrico, é o aumento da resistência foliar (menor número de estômatos, maior resistência do mesófilo e aumento da espessura da cutícula) ou aumento da relação raiz - parte aérea. Em várias situações, uma grande diversidade de plantas se enquadra nesta condição; no entanto, na maioria das vezes esses mecanismos estão associados a algum aspecto de crescimento, em detrimento da produção agrícola (Shannon, 1997).

A eficiência no uso da água envolve características químicas e hidráulicas nas raízes das plantas. Normalmente, as plantas sob estresse hídrico tendem a reduzir a transpiração (diminuindo a abertura dos estômatos, reduzindo o crescimento e acelerando a senescência das folhas) ou a aumentar a absorção de água (aumentando a relação raiz-parte aérea). Durante estresse moderado, em geral é produzido ácido abscísico, frequentemente considerado o “hormônio do estresse”, que parece contribuir para evitar o processo de desidratação celular (Tardieu, 1996).

Dudy & Gilad (1999) relatam que o ácido abscísico (ABA) é o principal hormônio envolvido na resposta ao estresse salino; durante o estresse (hídrico e/ou salino) tem-se observado que as concentrações de ABA aumentam drasticamente em todas as plantas.

Segundo Bartels *et al.* (1996) tem-se identificado um grande número de genes relacionados à tolerância a desidratação, sendo usadas plantas transgênicas nessas pesquisas.

Para Quarrie (1996) o advento dos marcadores moleculares (particularmente RFLP e PCR) utilizados para identificar a sequência de DNA, tem revolucionado as análises genéticas e contribuído de forma significativa para seleção de plantas tolerantes a estresses abióticos, entre os quais o estresse hídrico.

Para Shannon (1997) muitas avaliações nas medições de água não são exatas nem bastante confiáveis para serem adequadamente usadas na escolha das técnicas para identificação da tolerância aos sais. Avanços futuros na instrumentação e maior entendimento global nos mecanismos de relação de água poderão melhorar o processo de seleção de genótipos, baseados em mecanismos relacionados à eficiência na absorção de água, durante um estresse salino.

2.3.4 - Determinação da tolerância das culturas aos sais

De acordo com Ayers & Westcot (1991) é de imprescindível se obter avaliações precisas no processo de identificação da tolerância das culturas à salinidade. Usando-se uma simples conversão, a tolerância aos sais pode ser medida com base em dois parâmetros: na salinidade limiar (SL) que é o limite de salinidade no extrato de saturação do solo (CEes) a partir do qual há redução no rendimento das culturas (Y) e no declínio (b) que é a percentagem de redução por incremento unitário de salinidade acima da salinidade limiar. A produção relativa (Y) em determinado ponto pode ser calculada quando a salinidade do solo ultrapassa a salinidade limiar, através da equação.

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

sendo CEes > SL

Os limites entre as tolerâncias relativas, ainda que arbitrários, são de grande importância na comparação das culturas e no planejamento geral. Na falta de dados experimentais suficientes, Maas (1984) elegeu a tolerância relativa das culturas como um critério baseado em experiências e observações de campo. Na Tabela 2 encontra-se a classificação referente à tolerância relativa das culturas.

Tabela 2: Tolerância relativa das culturas à salinidade

Grupos de tolerância relativa	Salinidade limiar no extrato de saturação (SL) – dS m ⁻¹
Sensíveis	< 1,3
Moderadamente sensíveis	1,3 - 3,0
Moderadamente tolerantes	3,0 - 6,0
Tolerantes	6,0 - 10,0
Não adequado para a maioria das culturas	> 10,00

Fonte: Maas (1984)

Entretanto, a SL é altamente sujeita a variações devido às condições ambientais e depende da exatidão das medições dos níveis de salinidade e dos métodos de integração utilizados em relação à área e ao tempo; pode haver erros na estimativa do declínio de produção, quando a concentração de sais estiver próximo à salinidade limiar; além disso, no caso de altas concentrações de sais podem ocorrer diminuições na produção acima do previsto na equação, provocando incertezas em parte da curva (Shannon, 1997).

Richards (1983) indica que, devido à heterogeneidade dos solos salinos, o critério envolvendo a produção deve ser o preferido nos processos de identificação e seleção das culturas tolerantes aos sais.

Para Shannon (1997) a tolerância aos sais (S) pode ser descrita como a redução proporcional dos danos causada pela salinidade em relação às medições das produções, em condições não salinas.

$$S = Y_s/Y_c,$$

em que, Y_s = produção em condições de salinidade e

Y_c = produção em condições não salinas

Ainda segundo Shannon (1997) outro tipo de indexação permite comparar-se a tolerância à salinidade (S) de determinada população de genótipos, em função do potencial de produção, sob condições de estresse salino e não estresse, em relação ao potencial médio de produção de diferentes populações de genótipos, também nas mesmas condições, o que pode ser obtido utilizando-se da equação:

$$S = 1 - (Y_s/Y_c) / (1-D)$$

D é obtido dividindo-se a média de produção de um grupo representativo de genótipos da cultura avaliada em condições de estresse salino pela média de produção desse mesmo grupo, em condições de não estresse.

Uma das dificuldades em se avaliar a tolerância das plantas aos sais, é que a baixa produção das variedades normalmente é proporcional à menor sensibilidade aos efeitos

da salinidade, quando comparadas com variedades altamente produtivas. Pesquisadores têm observado que existe uma correlação negativa entre alto potencial de produção e estabilidade fenotípica ao meio ambiente (Finlay & Wilkinson, 1963; Frey, 1964).

Devido às dificuldades em se obter boas medições de tolerância à salinidade, outras indicações, além da produção, têm sido escolhidas para esse fim: tolerância durante a germinação, peso da matéria seca dos rebentos, peso das raízes, número de rebentos, resistência aos danos nas folhas, conjunto de frutos e sementes, área foliar, volume de cobertura vegetal, ou qualidade e sobrevivência das plantas ao estresse. Outros índices de tolerância têm sido propostos com base em características fisiológicas específicas, por exemplo, acumulação de determinado íon em folhas ou rebentos (Shannon, 1997).

◆ Estádio do desenvolvimento e tolerância das culturas à salinidade

Outra questão associada à avaliação e determinação da tolerância aos sais são as variações ocorridas nos estádios de desenvolvimento (Lunin *et al.*, 1963). Por exemplo, o arroz (*Oryza sativa*) é sensível durante a fase inicial e no florescimento (Akbar & Yabuno 1977 *apud* Shannon, 1997), a beterraba açucareira é tolerante durante os períodos de crescimento mas sensível na germinação, e o milho (*Zea mays*) é tolerante durante a germinação, porém é mais sensível na fase de crescimento inicial que na fase de formação da espiga e produção de grãos (Maas *et al.*, 1983).

Muitas vezes, a salinidade afeta o desenvolvimento das culturas. Em trigo, sorgo e aveia, as fases de emergência, formação e maturação da espiga, ocorrem antecipadamente em condições de salinidade; entretanto, em cevada e centeio, a maturidade não é afetada pela salinidade (Shannon *et al.*, 1994). Em algodão, o florescimento ocorre mais cedo sob estresse salino, mas a salinidade atrasa o florescimento de tomate (Pasternak *et al.*, 1979).

Devido às diferenças na tolerância aos sais entre as diversas fases de crescimento, alguns pesquisadores têm adotado, como critério de seleção, observar a tolerância das plantas em todo o ciclo da cultura. Todavia, se for esta a estratégia escolhida, a seleção será pressionada pelo estágio de maior sensibilidade à salinidade (Epstein *et al.*, 1980).

Em algumas situações, no processo de seleção de genótipos tolerantes aos sais a seleção apenas durante um estágio de desenvolvimento, pode ter benefícios significativos. Por exemplo, beterraba açucareira é muito tolerante aos sais durante o estágio de desenvolvimento vegetativo, mas é sensível à salinidade durante a germinação (Bernstein & Hayward, 1958) e, sendo assim, a seleção durante este estágio poderia remover o limite de tolerância à salinidade por todo o ciclo.

Para um bom número de culturas, não há disponibilidade de informações sobre tolerância à salinidade durante os vários estágios de desenvolvimento. Algumas vezes o conhecimento sobre tolerância aos sais durante um estágio específico pode ser usado com algum benefício; por exemplo, moderada salinidade aplicada durante o período de frutificação pode alterar o processo de fotossíntese e melhorar os sólidos solúveis em melão e tomate (Mizrahi *et al.*, 1988) sendo compensada a pequena queda na produção, pela alta qualidade dos frutos; algumas culturas produtoras de grãos, como sorgo, trigo e cevada, são insensíveis à moderada concentração salina, desde que aplicada durante ou pouco antes da abertura das flores (Maas & Poss, 1988) podendo-se, então, substituir a água de baixa salinidade por água salina. Esta estratégia tem sido usada com sucesso em vários tipos de cultura (Grattan *et al.*, 1987).

◆ Tolerância a íons específicos

A identificação da maioria das culturas tolerantes à salinidade tem sido baseada em efeitos provocados pela água salina, predominantemente por cloreto de sódio, algumas vezes adicionando-se cálcio para evitar problemas de sodicidade. No entanto, em algumas localizações geográficas a sensibilidade a íons específicos pode ser o fator limitante para o crescimento das culturas, por exemplo, ferro, alumínio, boro, selênio, armênio, manganês ou zinco podem ser encontrados em níveis tóxicos ou em concentrações limitantes para o crescimento das plantas em certas áreas (Rhoades *et al.*, 2000).

O uso de águas residuais ou de drenagem através de métodos sofisticados ou mesmo de operações mais simples, pode trazer altas concentrações de boro, selênio, armênio ou outros íons, para o ambiente agrícola (Clark, 1982). Entretanto, as plantas têm amplo grau

de variação na sua capacidade de acumular, excluir ou resistir aos efeitos tóxicos de íons específicos (Flowers & Yeo, 1986; Shannon *et al.*, 1994).

♦ Interações com a ambiência

A tolerância relativa aos sais de algumas culturas depende, muitas vezes, do tipo de solo e de outros fatores ambientais. Genótipos com determinada tolerância aos sais, em certo ambiente, podem apresentar respostas diferentes em outro ambiente (Levitt, 1972).

Rana (1986) cita que a complexidade de interações existentes entre solo e ambiência é o maior obstáculo para o sucesso no processo de seleção de culturas tolerantes aos sais. Entre os fatores ambientais mais importantes interagindo com os efeitos da salinidade, incluem-se temperatura, vento, umidade, luz e poluição.

Altas temperaturas e baixa umidade podem diminuir a tolerância aos sais das culturas, diminuindo o valor efetivo da salinidade limiar (SL) e aumentando o valor do declínio (b). Portanto, podem ocorrer reduções significativas na produção, sob baixa salinidade e haver redução muito rápida na produção com aumento da salinidade, sob condições de calor e seca (Shannon, 1997).

Outro fator ambiental que aumenta os efeitos deletérios da salinidade, é o alagamento na zona radicular. Sistemas radiculares em ambientes salinos e encharcados são muito mais afetados que em condições normais (West & Taylor, 1984). Tolerância aos sais em condições de boa drenagem, normalmente é muito maior que em condições de encharcamento.

2.4 Salinidade em coqueiro

De acordo com Kulkarni *et al.* (1973) o coqueiro é uma planta considerada moderadamente tolerante à salinidade; contudo o autor não apresenta dados de salinidade limiar nem de declínio para essa cultura.

Pomier & Brunin (1974), estudando o efeito de água salina (50% da salinidade da água do mar) na irrigação de um coqueiral plantado em solo de textura arenosa, concluíram que tal procedimento não foi prejudicial às plantas cultivadas naquele tipo de solo tendo, ao contrário, contribuído significativamente para o aumento da produção em relação a cultivos de

sequeiro. Os mesmos autores consideram o sistema de irrigação por gotejamento o mais adequado para essa situação, pelo fato desse sistema permitir que se mantenha elevado nível de umidade no solo dentro do bulbo molhado formado pelos gotejadores.

Bhaskaran & Leela (1977) estudaram, em trabalhos desenvolvidos durante o verão em Nileshtar, Índia (Plantation Crops Research Institute), os efeitos da irrigação de coqueiro com água do mar e verificaram aumento de 12% na produção, em relação à aplicação de água doce; quando os coqueiros foram irrigados com água doce + água do mar (1:2) o aumento na produção foi maior em torno de 50%. Os autores relatam não ter sido observada acumulação expressiva de sais nos solos arenosos, provavelmente em razão da intensa lixiviação provocada pelas chuvas.

Costa *et al.* (1986) testando os efeitos de aplicação da água salina na irrigação do coqueiro durante os primeiros cinco meses do plantio de mudas no campo, observaram que as plantas irrigadas com águas contendo de 7,5 a 15 g L⁻¹ de sais, obtidas pela diluição da água do mar, apresentavam um reduzido número de folhas vivas e menor circunferência do coleto em relação às aquelas irrigadas com água de boa qualidade (controle). Quanto ao sistema radicular, ocorreu maior produção de raízes absorventes (terciárias) no tratamento com água de baixa salinidade e maior produção de raízes primárias nos tratamentos com água salina.

Em trabalhos desenvolvidos nas Filipinas, Magat *et al.* (1988) estudaram os efeitos da aplicação de cloreto de sódio como fertilizante no coqueiro, sob condições de sequeiro em solos bem drenados, constatando aumento de 39,8% no número de frutos e de 70,6% no peso da copra nas plantas que receberam 7,04 kg/planta/ano (em 6 aplicações mensais) em relação ao controle (sem aplicação de NaCl).

Aplicações de cloreto de sódio como fertilizante, em coqueiros, na Indonésia, nas doses de 1500, 3000 e 4500 g/planta/ano, aumentaram a resistência à seca e provocaram aumento no número de folhas, redução da mortalidade e maior produção de frutos nas plantas (IRHO-CIRAD, 1992).

A maioria das plantas cultivadas pertence à classe glicófita, com exceção de coqueiros e de algumas palmeiras que se podem adaptar às condições de estresse salino; entretanto, mesmo plantas halófitas podem sofrer danos severos quando expostas a concentrações elevadas de salinidade (Tanji & Hanson, 1990).

Yusuf & Varadan (1993) constataram, em coqueiros cultivados em solos arenosos, aumento de 41% na produção de frutos naqueles irrigados com água do mar e de 53% nos irrigados com água do mar + água doce (1:2), em relação a cultivos de sequeiro.

Segundo Silva Jr *et al.* (2002) 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 de coqueiro, tanto na fase jovem como na adulta.

CAPITULO III

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho, desenvolvido de 1999 a 2002, foi composto de três experimentos, constituindo-se os dois primeiros (Experimentos I e II) na avaliação da tolerância do coqueiro (*Cocos nucifera*), cv Anão verde, à salinidade da água de irrigação, durante as fases de germinação de sementes e formação de mudas. No Experimento III avaliaram-se os efeitos da irrigação com águas salinas sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos de coqueiro Anão verde, durante dois anos (3,5 a 5,5 anos de idade).

3.1. Localização geográfica e características das áreas dos experimentos

Os Experimentos I e II foram conduzidos no Viveiro Florestal da Prefeitura Municipal de Campina Grande, PB, cujas coordenadas geográficas são: 7°15'18" de latitude Sul, 35°52'28" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 550m. O clima predominante no município de Campina Grande é, de acordo com a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), do tipo Csa, que significa um clima mesotérmico, sub-úmido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono e inverno, sendo os meses de junho e julho os mais frios; a temperatura média anual é 23°C (Brasil, 1992).

O Experimento III foi realizado no Campo Experimental da Fazenda Jiqui, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), localizado no município de Parnamirim, RN (15 km de Natal), situado pelas coordenadas geográficas: 5°46' de latitude Sul, 35°12' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 18 m. O clima da região é, de acordo com a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), do tipo As', que representa um clima tropical chuvoso, com verão seco e estação chuvosa no inverno e parte do outono e primavera.

Dados climatológicos ocorridos durante o período de realização dos experimentos encontram-se no Apêndice I.

3.2. Experimento I – Germinação do coqueiro Anão verde irrigado com diferentes níveis de salinidade de água

Este experimento foi realizado em duas fases: na Fase I foram estudados, entre os meses de novembro 1999 e março de 2000, os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água sobre a germinação e o crescimento de plântulas, até os primeiros 120 dias após semeadura (DAS); na Fase II, realizada de março a julho de 2000, avaliaram-se os possíveis efeitos da irrigação com água salina durante a fase de germinação na sementeira, sobre a sobrevivência e o crescimento de mudas durante a fase de formação no viveiro, por 120 dias irrigando-se, neste caso, com água de salinidade de 2,2 dS m⁻¹.

3.2.1 Fase I - Efeito da salinidade de água sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas

3.2.1.1. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos constaram de cinco níveis de salinidade na água de irrigação, expressos pela condutividade elétrica (CEa) denominados T₁=2,2 (controle) T₂=5,0, T₃=10,0, T₄=15,0, e T₅=20,0 dS m⁻¹. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente

casualizado, com quatro repetições, e parcelas com 10 sementes, totalizando duzentas unidades experimentais.

3.2.1.2. Águas de irrigação

As águas salinas utilizadas neste experimento foram preparadas adicionando-se quantidades de NaCl comercial, isentas de iodo, a água proveniente de poço tubular ($CE = 2,2 \text{ dS m}^{-1}$); as quais eram armazenadas em tonéis de PVC com capacidade de 200 L. As análises químicas das águas, realizadas de acordo com a metodologia recomendada por Richards (1954), estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Características químicas das águas utilizadas na irrigação do coqueiro durante a germinação e formação de mudas ^a

ESPECIFICAÇÃO	ÁGUAS				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
pH	7,82	7,56	7,42	7,40	7,35
Condutividade elétrica (dS m^{-1})	2,4	4,92	9,75	14,92	19,40
Cations ($\text{m mol}_c \text{ L}^{-1}$)					
Cálcio	4,78	4,36	4,44	4,02	4,25
Magnésio	6,06	5,90	6,03	6,42	5,78
Sódio	15,10	36,97	90,03	134,97	189,36
Potássio	0,78	0,66	0,59	0,73	0,82
Ânions ($\text{m mol}_c \text{ L}^{-1}$)					
Carbonato	1,14	1,10	0,82	1,02	0,96
Bicarbonato	6,04	7,02	6,03	5,98	6,30
Cloreto	17,40	39,05	86,62	138,45	180,27
Sulfato	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
RAS (m mol L^{-1}) ^{1/2}	6,48	16,32	39,35	59,07	84,55

^a Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFCC

3.2.1.3 Canteiros e substrato

Na área experimental foram construídos 20 canteiros em alvenaria, com área de $0,5 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 1,0 \text{ m}$) e $0,25 \text{ m}$ de altura, protegidos sob tela sombrite-50% e piso com

declividade de 5%, para facilitar a drenagem. A coleta da água drenada foi realizada individualmente por canteiro e depositada em baldes de plástico de 10 L, protegidos contra as perdas por evaporação.

Os canteiros indicados na Figura 1 foram preenchidos com material de solo arenoso, contendo 802 g de areia, 41g de silte e 157 g de argila por quilograma de material de solo (EMBRAPA, 1997).

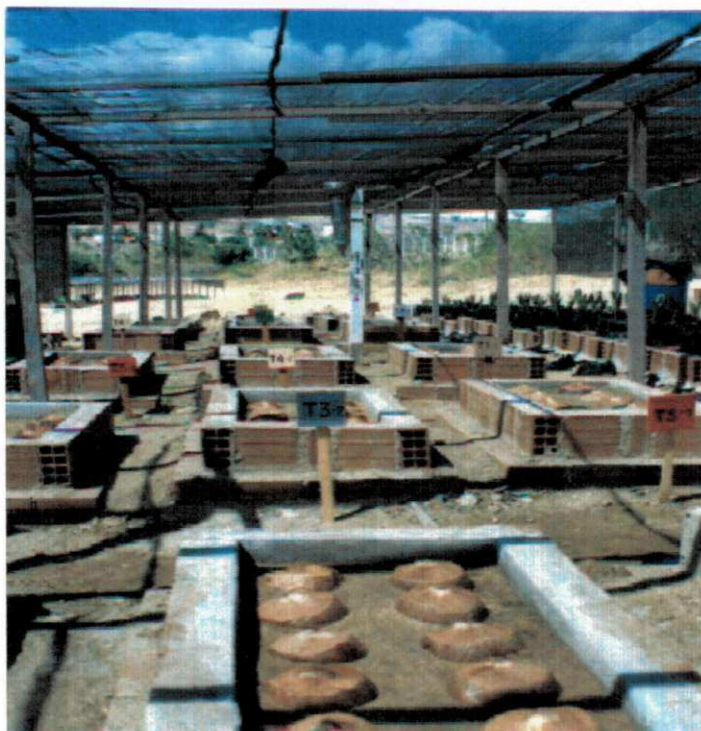


Figura 1: Visão dos canteiros utilizados no experimento

3.2.1.4 Plantio

As sementes, colhidas em completo estado de maturação (12 meses) foram provenientes da Fazenda Matumbo, localizada no perímetro irrigado de São Gonçalo, no município de Sousa, PB, e após a chanfragem (retirada de pequena parte da casca do coco de maior protuberância) foram colocadas no germinadouro (20 unidades por metro quadrado) em posição vertical, conforme recomendação de Wuidart & Lamothe (1981) e cobertas com substrato, até aproximadamente $2/3$ das mesmas.

3.2.1.5 Irrigação e outros tratamentos culturais

As irrigações foram realizadas manualmente, com águas correspondentes aos tratamentos, no período da manhã, ao meio dia e no final da tarde, utilizando-se de uma lâmina de água equivalente a 5 mm dia⁻¹; no cálculo da lâmina levou-se em consideração a ocorrência de precipitações.

Antes do plantio, as sementes foram tratadas com Monocrotofos, dose de 0,4%, para prevenção e controle do ácaro da necrose-do-coqueiro (*Eriophyes guerreronis* K.) e com o Triclorflon, aos 60 dias (dose de 0,4%) para controle da lagarta das folhas (*Brassolis sophorae*) conforme sugestão de Ferreira *et al.* (1997). O controle de ervas daninhas foi realizado manualmente, a medida em que surgiam.

3.2.1.6 Variáveis avaliadas

- **Índice e velocidade de germinação**

Diariamente e durante 120 dias, foi feita a contagem do número de sementes germinadas adotando-se, como critério, o aparecimento dos brotos. Para o cálculo do IVG (índice de velocidade de germinação) dividiu-se o número de plântulas emergidas em cada dia de observação pelo número de dias transcorridos a partir da data de semeadura fazendo-se, em seguida, o somatório dos valores, conforme procedimento sugerido por Popinigis (1985); registrou-se, também, o tempo médio para germinação (TG) e se calculou a porcentagem de germinação (PG) aos 120 dias após a semeadura (DAS).

- **Crescimento das plântulas**

O crescimento das plântulas, aos 120 DAS, foi avaliado pelo diâmetro do coleto (DC) e comprimento das plântulas (CP). Para determinação do CP foi considerada a distância entre o colo da plântula e a extremidade da maior folha esticada verticalmente. Em 4 plântulas

de cada canteiro, foram determinadas, através de secagem em estufa (60 °C) até peso constante, a fitomassa da raiz (FSR) e da parte aérea (FSPA) calculando-se, a partir desses dados, a fitomassa total (FST) e a relação raiz/parte aérea (R/PA).

- **Evapotranspiração e fração de lixiviação**

O volume de água drenada de cada canteiro, foi registrado diariamente, para se calcular a evapotranspiração (ET_c) pela diferença entre a lâmina de irrigação e lâmina de drenagem e a fração de lixiviação (FL) através da relação entre a lâmina de drenagem e a lâmina de irrigação (Ayers & Westcot, 1991).

3.2.2 Fase II - Efeito do estresse salino durante a fase de germinação, sobre o crescimento de mudas no viveiro

3.2.2.1 Tratamentos e delineamento experimental

Avaliou-se o crescimento das mudas no viveiro, as quais durante a fase de germinação tinham sido irrigadas com águas de 2,2, 5,0, 10,0, 15,0 e 20,0 dS m⁻¹. O delineamento experimental adotado também foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo utilizadas 4 mudas por repetição, perfazendo 80 mudas no total.

3.2.2.2 Substrato e plantio

Como substrato, utilizou-se uma mistura de material de solo de textura franca, areia lavada e húmus de minhoca, na proporção 1:1:1. As características físico-químicas e hídricas do material de solo, determinadas conforme recomendações de Richards (1954) e EMBRAPA (1997) encontram-se na Tabela 4.

As plântulas, em média com 37,7, 33,6, 23,2, 22,3 e 10,8 cm de comprimento e 20,1, 18,9, 16,9, 14,8 e 12,7 mm de diâmetro do coleto, respectivamente, T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅, foram transplantadas para sacos de polietileno preto com dimensões de 0,65 m de altura e 0,55

m de diâmetro, cobertas até a altura do colete com substrato peneirado e homogêneo e dispostas em canteiros de alvenaria, construídos de forma idêntica aos descritos durante a germinação (item 3.2.1.3).

Tabela 4: Caracterização físico-química e hídrica do material de solo preparado antes do plantio^a

ATRIBUTO	VALOR	ATRIBUTO	VALOR
		Análise Física	Análise Química
Areia (g kg ⁻¹)	810	Análise do extrato de saturação	
Silte (g kg ⁻¹)	31	pH da pasta de saturação	7,45
Argila (g kg ⁻¹)	159	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	4,70
Classificação textural	Franco arenoso	Cátions solúveis (m mol _c L ⁻¹)	
Massa específica global (kg dm ⁻³)	1,42	Cálcio	14,80
Massa específica real (kg dm ⁻³)	2,68	Magnésio	24,50
Porosidade (%)	47,01	Sódio	4,37
Umidade natural (g kg ⁻¹)	20,2	Potássio	2,57
Capacidade de campo ^b (g kg ⁻¹)	108	RAS (m mol L ⁻¹) ^{1/2}	0,98
Ponto de murcha ^b (g kg ⁻¹)	65	Ânions solúveis (m mol _c L ⁻¹)	
Água disponível (%)	4,3	Cloreto	39,00
		Carbonato	traços
		Bicarbonato	7,60
		Complexo sortivo (c mol _c kg ⁻¹)	
		PST (%)	11,11
		Cálcio	4,44
		Magnésio	4,71
		Sódio	1,30
		Potássio	1,25
		Hidrogênio + Alumínio	traços
		CTC	11,66

^a Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFCC

^b Capacidade de campo = 10, 13 k Pa e Ponto de murcha = 1519,87 k Pa

3.2.2.3 Irrigação e outros tratamentos culturais

As irrigações foram realizadas manualmente, com água de salinidade igual a 2,2 dS m⁻¹, em 2 turnos (início da manhã e no final da tarde) utilizando-se de lâmina equivalente a 7 mm dia⁻¹.

Foram aplicados o Triclorfon e Monocrotofos, na dose de 0,4%, aos 40 e 60 dias após plantio (DAP), para prevenção e controle do ácaro da necrose-do-coqueiro (*Eriophyes guerreronis* K.), da cochonilha transparente do coqueiro (*Eriophyes destructor* S.)

e da lagarta das folhas (*Brassolis sophorae*) conforme sugestão de Ferreira *et al.* (1997). O controle de ervas daninhas foi semelhante ao utilizado na Fase I.

As adubações, de acordo com recomendações de Fontes *et al.* (1997), iniciaram-se 30 dias após o transplântio do germinadouro para os sacos no viveiro, sendo aplicadas em cobertura, até o 3º mês, parcelas mensais de 10 g de superfosfato simples, 5 g de nitrato de potássio, 3,3 g de uréia e 1,6 g de cloreto de potássio por planta.

3.2.2.4 Variáveis avaliadas

- **Sobrevivência de mudas**

Mensalmente, anotaram-se os números de mudas sobreviventes (SM); como critério para esta avaliação, foram consideradas plantas vivas aquelas que tivessem pelo menos uma folha verde.

- **Crescimento de mudas**

O comprimento das mudas (CM) e o diâmetro do coleto (DC) foram observados mensalmente calculando-se, também, a velocidade de crescimento. A velocidade de crescimento das plantas é uma importante variável para se comparar, em termos quantitativos, o crescimento do coqueiro (Child, 1974).

Aos 120 dias após plantio (DAP) foram utilizadas duas plantas por repetição, para obtenção da fitomassa da raiz (FSR) e a fitomassa da parte aérea (FSPA) calculando-se, a partir desses dados, a fitomassa total (FST) e a relação raiz/parte aérea (R/PA).

3.3 Experimento II – Formação de mudas de coqueiro Anão verde irrigado com diferentes níveis de salinidade de água

Este experimento também foi realizado em duas fases: na Fase I foram estudados, durante 120 dias, no período de novembro/1999 a março/2000, os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre o crescimento de mudas de coqueiro cv. Anão-verde, obtidas a partir de sementes germinadas sob condições de baixa salinidade, provenientes da Fazenda Matumbo, no município de Sousa, PB; na Fase II, realizada entre abril de 2000 e julho de 2001, procurou-se avaliar possíveis danos causados pelo estresse salino, durante a fase de formação de mudas no viveiro, na sobrevivência e no crescimento inicial do coqueiro em condições de campo, até o 16^o mês após plantio (MAP), plantado em área afetada pela salinidade, com lençol freático elevado e irrigado com águas de salinidade igual a 2,2 dS m⁻¹.

3.3.1 Fase I - Efeito da irrigação com águas salinas sobre o crescimento de mudas no viveiro

3.3.1.1 Tratamentos, delineamento experimental e preparação das águas

Os tratamentos, a forma de preparação e a qualidade das águas utilizadas foram os mesmos adotados no Experimento I (Fase I). O delineamento experimental adotado foi também o inteiramente casualizado, com quatro repetições e seis mudas por repetição, perfazendo o total de 120 mudas.

3.3.1.2 Substrato e plantio

O substrato e o plantio foram semelhantes aos do Experimento I (Fase II), utilizando-se, entretanto, neste caso, sementes germinadas, em média com 23 cm de altura.

3.3.1.3 Irrigação e outros tratamentos culturais

As irrigações foram realizadas manualmente com águas dos respectivos tratamentos utilizando-se lâmina de água equivalente a 7 mm dia^{-1} aplicada em 2 turnos, no início da manhã e no final da tarde (Fontes *et al.*, 1997).

O material de solo, adubações, tratamentos culturais e fitossanitários, foram semelhantes aos utilizados no Experimento I (Fase II).

3.3.1.4 Variáveis avaliadas

- **Sobrevivência de mudas**

A sobrevivência das mudas (SM) foi observada a cada 30 DAP; para isto, utilizaram-se critérios semelhantes aos descritos no Experimento I (Fase II).

- **Crescimento de mudas**

Foram registrados mensalmente e durante 120 dias, o comprimento das mudas (CM) e o diâmetro do coleto (DC) calculando-se, também, a velocidade de crescimento dessas variáveis (em cm dia^{-1} e mm dia^{-1} respectivamente) conforme sugestão de Ferri (1979). Para avaliação de CM considerou-se a distância entre o colo da planta e a extremidade da maior folha esticada verticalmente; o diâmetro do coleto foi obtido medindo-se duas posições (maior e menor) e se calculando a média. /

Aos 70 DAP, foi sacrificada uma planta por repetição para obtenção da fitomassa das raízes (FSR), da parte aérea (FSPA) e total (FST) além da relação raiz parte aérea (R/PA) de forma semelhante à citada no Experimento I. A área foliar (AF) foi estimada através de relação matemática entre o peso seco e área de círculos com 2,6 e 1,8 cm de diâmetro, retirados das folhas, conforme sugerido por Fernandes (2000). Ao final do experimento (120 DAP) os dados de FSR, FSPA, FST, R/PA e AF foram obtidos utilizando-se

de duas plantas por repetição, sendo determinado, também, nesta data, o teor de umidade das folhas (UF) através da diferença entre o peso de matéria fresca e seca (Benincasa, 1988).

- **Evapotranspiração e fração de lixiviação**

Para determinação da evapotranspiração (ETc) e da fração de lixiviação (FL) utilizaram-se procedimentos semelhantes aos citados no Experimento I (Fase I).

3.3.2 Fase II - Efeito do estresse salino durante a fase de formação de mudas no viveiro, sobre o crescimento de plantas no campo

3.3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental

Avaliou-se o crescimento de plantas no campo, as quais durante a fase de formação de mudas no viveiro, foram irrigadas com águas de 2,2, 5,0, 10,0, 15,0 e 20,0 dS m⁻¹, denominados T₁ (controle) T₂, T₃, T₄, e T₅. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, tendo 2 plantas por parcela (50 no total).

3.3.2.2 Área experimental

O solo da área utilizada foi classificado como Neossolo flúvico (Embrapa, 1999), de textura franco-arenosa. O lençol freático, determinado periodicamente a partir de leituras em 2 pontos de observação, manteve-se entre 0,2 a 1,0 m de profundidade no período chuvoso e entre 1,0 a 1,5 m no verão. Na Tabela 5 estão apresentadas as características físico-químicas e hídricas do solo, até a profundidade de 40 cm.

Tabela 5: Caracterização físico-química e hídrica do solo antes do plantio^a

ATRIBUTO	VALOR		ATRIBUTO	VALOR	
	Análise física			Análise química do extrato de saturação	
Profundidade (cm)	0-20	20-40	Profundidade (cm)	0-20	20-40
Areia (g kg ⁻¹)	782	712	pH da pasta de saturação	6,84	6,36
Silte (g kg ⁻¹)	73	121	CEe (dS m ⁻¹)	2,80	4,74
Argila (g kg ⁻¹)	145	167	Cátions solúveis (m mol _e L ⁻¹)		
Classificação textural	Franco-arenoso		Cálcio	1,75	2,00
Massa específica global (kg dm ⁻³)	1,45	1,43	Magnésio	1,75	2,00
Massa específica real (kg dm ⁻³)	2,70	2,69	Sódio	22,96	39,96
Capacidade de campo ^b (g kg ⁻¹)	93	97	Potássio	0,97	0,18
Ponto de murcha ^b (g kg ⁻¹)	34	39	RAS (m mol L ⁻¹) ^{1/2}	17,31	28,26
			Ânions solúveis (m mol _e L ⁻¹)		
			Cloreto	23,75	41,25
			Carbonato	0,00	0,00
			Bicarbonato	2,00	2,00
			Sulfato	presente	presente
			Classificação	sódico	sódico
			Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	4,85	8,51

^a Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFCG

^b Capacidade de campo = 10, 13 kPa e ponto de murcha = 1519,87 kPa

3.3.2.3 Preparo do solo, adubações e plantio

O preparo do solo constou de uma aração, na profundidade de 30 cm, e uma gradagem. As covas foram abertas com dimensões de 80 x 80 x 80 cm e preenchidas trinta dias antes do plantio, com substrato contendo uma mistura de material de solo de textura franca, areia lavada e esterco bovino, na proporção de 1:1:1, 800 g de superfosfato simples (Sobral, 1997) e, no fundo da cova, 0,5 kg de gesso agrícola (CaSO₄. 2H₂O).

As mudas foram plantadas no espaçamento de 4 x 8 m, tendo-se o cuidado de não aterrar o coleteo.

As adubações nitrogenadas e potássicas foram realizadas com base nas sugestões de Sobral (1997) que recomenda aplicação de 300 g de uréia e 200 g de cloreto de potássio por planta no primeiro ano após o plantio; neste experimento, realizaram-se aplicações mensais que se iniciaram aos 30 dias após o plantio, até o 14^o mês, fornecendo-se por planta 25 g de uréia e 17 g de cloreto de potássio.

3.3.2.4 Irrigação e outros tratamentos culturais

No período de estiagem, realizaram-se irrigações diárias com a água de salinidade de $2,2 \text{ dS m}^{-1}$ fornecendo-se, manualmente, 10 L/planta/dia até o 8º MAP e 20 L/planta/dia entre o 8º ao 16º MAP de acordo com estudos realizados por Miranda *et al.* (1999); nos dias em que ocorreram precipitações superiores a 10 mm, as irrigações foram suspensas.

Para o controle da lagarta das folhas (*Brassolis sophora*) foi aplicado Triclorfon, na dose de 0,4%. Apesar de não ser conhecido o agente causador da podridão seca do coqueiro, aplicou-se o Benomil (1 g L^{-1}) como tentativa para controlar a doença. O controle de ervas daninhas foi realizado através de roçagem manual entre linhas, e coroamento com enxada.

3.3.2.5 Variáveis avaliadas

- **Sobrevivência de plantas**

Para a obtenção dessa variável, utilizaram-se critérios semelhantes aos apresentados no Experimento I (Fase II).

- **Crescimento de plantas**

Mensalmente, avaliaram-se, entre 1º e 6º MAP e nos 10º e 16º MAP o comprimento da planta (CP) e o diâmetro médio do coleto (DC), calculando-se, também, a velocidade de crescimento a partir dessas variáveis, e se observou, ainda, o número de folhas vivas (NF) assim consideradas as que apresentavam cor verde.

3.4 Experimento III^a – Efeito da irrigação com águas de elevada salinidade sobre o coqueiro na fase inicial de produção

O Experimento III foi conduzido no período de janeiro de 2000 a janeiro de 2002, em plantas com 3,5 anos de idade, para se estudar os efeitos da irrigação com águas salinas sobre características morfofisiológicas e de produção do coqueiro cv. Anão verde e sobre a salinidade no solo, durante dois anos.

3.4.1 Área experimental

A área deste experimento possui relevo plano e o solo classificado como Neossolo quartzarênico, cujas características físicas, químicas e hídricas determinadas, através de metodologia proposta por Richards (1954) e EMBRAPA (1997), apresentam-se na Tabela 6.

Tabela 6: Caracterização físico-química e hídrica do solo antes do início do experimento¹

ATRIBUTO	VALOR	ATRIBUTO	VALOR
Análise Física		Análise química de fertilidade	
Areia (g.kg ⁻¹)	956	Alumínio (cmol _c .kg ⁻¹)	0,04
Silte (g.kg ⁻¹)	43	Cálcio (cmol _c .kg ⁻¹)	0,67
Argila (g.kg ⁻¹)	1,0	Magnésio (cmol _c .kg ⁻¹)	0,14
Classificação textural	Arenoso	Sódio (cmol _c .kg ⁻¹)	0,55
Massa específica global (kg dm ⁻³)	1,6	Potássio (cmol _c .kg ⁻¹)	0,34
Capacidade de campo ² (g kg ⁻¹)	50	Fósforo (mg kg ⁻¹)	16,38
Ponto de murcha ² (g kg ⁻¹)	10	Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	12,79
		pH da pasta de saturação	5,90
		CEe (dS m ⁻¹)	0,30

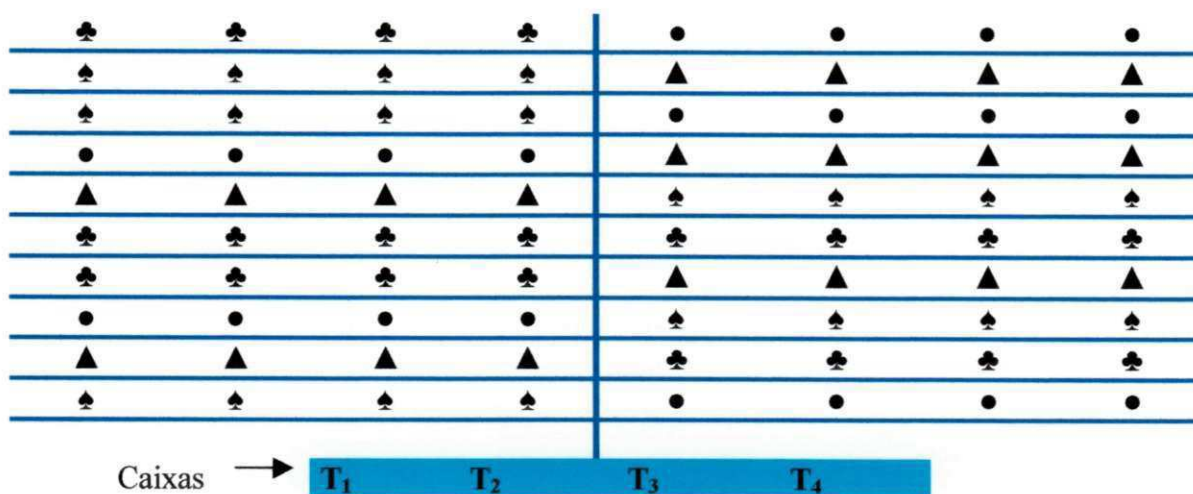
¹ Análises realizadas no Laboratório de Água, Solo e Planta da EMPARN – Caicó, RN

² Capacidade de campo = 10, 13 kPa e ponto de murcha = 1519,87 kPa

^a Entre janeiro e dezembro de 2000, este experimento teve participação do Mestrando Miguel Ferreira Neto

3.4.2 Tratamento e delineamento experimental

Os tratamentos constaram de quatro níveis de salinidade da água de irrigação (CEa): 0,1 (controle), 5,0, 10,0 e 15,0 dS m^{-1} , denominados T_1 , T_2 , T_3 , e T_4 . O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições e quatro plantas por parcela, perfazendo 80 plantas. Na Figura 2 está representada a disposição das plantas na área experimental, de acordo os tratamentos.



— Tubulações do sistema de irrigação
 ♣ = $T_1 = 0,1 \text{ dS m}^{-1}$ ♠ = $T_2 = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ● = $T_3 = 10,0 \text{ dS m}^{-1}$ ▲ = $T_4 = 15,0 \text{ dS m}^{-1}$
 Figura 2: Disposição das plantas, de acordo com o nível de salinidade da água de irrigação

3.4.3 Irrigação

O sistema de irrigação foi de aplicação localizada, por microaspersão com um emissor por planta. As águas utilizadas nas irrigações eram preparadas e armazenadas em quatro caixas de fibra de vidro, com capacidade para 3000 L. Em cada caixa foi colocada uma eletrobomba submersa (ANALGE900) conectada a um sistema de tubulação de PVC de 25 mm na linha principal do sistema, interligado a linhas laterais de polietileno de 16 mm, nas quais estavam conectados os microaspersores.

As irrigações eram realizadas diariamente, pela manhã, durante todo o experimento, suspensas apenas nos períodos chuvosos ou nos dias em que ocorreram

precipitações superiores a 10 mm. Com base em estudos realizados por Costa (1985), Jayasekara & Jayasekara (1993) e Miranda *et al.* (1999) adotou-se, entre janeiro de 2000 até outubro de 2001, lâmina de irrigação igual a 120 L/planta/dia; entre novembro de 2001 a janeiro de 2002, lâmina de 240 L/planta/dia. No Apêndice II encontram-se alguns dados técnicos do sistema de irrigação utilizado neste experimento e, na Figura 3, tem-se uma visão parcial de mangueiras e microaspersor, utilizados no sistema de irrigação.



Figura 3: Vista parcial de mangueiras e microaspersor utilizado no sistema de irrigação

3.4.4 Preparação das águas

As águas salinas utilizadas em T₂, T₃, e T₄, foram preparadas adicionando-se quantidades de NaCl comercial (sem iodo) na água de T₁, proveniente da Lagoa do Jiqui (CE = 0,1 dS m⁻¹). Na Tabela 7 estão os dados de análises químicas das águas utilizadas nos diversos tratamentos, realizadas segundo metodologia proposta por Richards (1954).

Tabela 7: Características químicas das águas utilizadas na irrigação do coqueiro, durante a fase de produção¹

ATRIBUTO	ÁGUAS			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
pH	6,35	6,26	6,43	6,43
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,22	4,98	10,33	14,89
Cations (m mol _c L ⁻¹)				
Cálcio	0,85	2,66	2,51	2,38
Magnésio	1,22	2,43	2,48	2,74
Sódio	0,86	45,32	96,00	138,60
Potássio	0,21	0,19	0,17	0,23
Ânions (m mol _c L ⁻¹)				
Bicarbonato	1,24	0,68	2,96	2,7
Carbonato	ausente	ausente	ausente	ausente
Cloreto	2,30	59,75	112,3	151,45
Sulfato	ausente	ausente	ausente	ausente
RAS (m mol L ⁻¹) ^{1/2}	0,83	28,41	60,89	86,62

¹ Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFPPB

Diariamente, as caixas eram cheias a partir do volume restante do evento anterior (600 L), com água proveniente da Lagoa do Jiqui, logo após o evento de irrigação, dissolvendo-se em seguida quantidades de NaCl equivalentes a cada nível de salinidade. Antes de ser ligado o sistema de irrigação eram realizadas leituras de condutividade elétrica (CEa) para se corrigir possíveis variações na salinidade das águas. Como não eram abatidas nas proporções de sal as concentrações dos adubos utilizados na fertirrigação, naturalmente, nos dias de adubação ocorria pequeno aumento de CE das águas de irrigação. A partir de novembro de 2001, foi necessário se preparar as águas nas caixas, por duas vezes ao dia, devido à elevação da lâmina de irrigação aplicada.

3.4.5 Condução do Experimento

3.4.5.1 Adubações e outros tratamentos culturais

As adubações foram realizadas de acordo com as sugestões de Sobral (1997) que recomenda aplicação, em plantas com três anos, de 720 g de nitrogênio, 240 g de fósforo e 600 g de potássio por planta/ano; a partir de outubro de 2000, as adubações se basearam também, em resultados de análise foliar (Apêndice III). Foram aplicados, por planta, em março de 2000, 15 L de esterco de galinha + 2 kg de Fosmag-464 (composto químico cuja composição consta no Apêndice III); durante o ano 2000, uma vez por semana e através de fertirrigação aplicaram-se, por planta, 40 g de uréia + 30 de cloreto de potássio. Em março de 2001 (ano II) adicionaram-se por planta, 15 L de esterco de galinha e 2,0 kg de Fosmag-464 e em novembro de 2001, 15 L de esterco de galinha, 1,0 kg de Fosmag-464 e 200g de Fritas FTE BR 12 (composto químico à base de micronutrientes, cuja composição se encontra no Apêndice III); durante o ano 2001, em sistema de fertirrigação, foram aplicados 60 g de uréia + 50 g de cloreto de potássio por planta/semana.

O controle das ervas daninhas foi realizado através de gradagem entre linhas e coroamento com enxada em volta das plantas. Foram realizadas pulverizações sistemáticas (intervalos de 21 dias) apenas a partir do início de 2001, com monocrotopos na dose de 0,4%, para prevenção e controle do ácaro da necrose-do-coqueiro (*Eriophyes guerreronis* K.), gorgulho-dos- frutos-e-flores (*Parissoschemus obsulus*) e traça-dos-coqueiros-novos (*Hyalospila ptychis*) (Ferreira *et al.*, 1997). Para o controle da queima-das-folhas causada pelo fungo (*Botryosphaeria cocogena*) foram realizadas pulverizações com benomil + carbendazim, de acordo com recomendações de Ram (1989).

3.4.5.2 Colheita

Como a produção do coqueiro Anão verde se destina ao consumo de água de coco, os frutos foram colhidos com, aproximadamente, 6 meses de idade, a partir da abertura da inflorescência. Desta forma, foram realizadas 19 colheitas, uma em cada mês, tendo sido a primeira em julho de 2000 e a última em janeiro de 2002.

3.4.6 Variáveis avaliadas

3.4.6.1 Crescimento vegetativo

- **Número de folhas vivas, número de folhas emitidas e mortas**

Inicialmente, padronizou-se o número de folhas por planta, deixando-se dezesseis e eliminando-se as excedentes, marcando-se com tinta a folha nº 1 (folha nova com todos os folíolos abertos) e contando-se o número de folhas emitidas a partir da marcação. As folhas mortas (completamente secas) eram registradas e eliminadas, obtendo-se então por diferença (contagem inicial + folhas emitidas – folhas mortas) o número de folhas na planta. Para realização das análises estatísticas dessas variáveis, foram utilizadas as médias mensais durante o primeiro (2000) e segundo ano (2001) do experimento.

- **Intervalo entre floração, número de flores femininas e relação flor/fruto**

Foram realizadas anotações sistemáticas do intervalo entre floração e do número de flores femininas, a partir da emissão completa das inflorescências, contando-se as flores femininas e numerando-se as folhas-base para identificação das inflorescências. A partir dos dados de número de flores femininas, número de frutos formados e número de frutos colhidos por planta e por cacho, foi possível se calcular a eficiência de frutificação através das relações flor - fruto formado (FL/FO), flor - fruto colhido (FL/FC) e fruto formado - fruto colhido (FO - FC) a partir da 10^a até a 19^a inflorescência.

Compararam-se, estatisticamente, entre os tratamentos, os intervalos entre floração das inflorescências de mesma ordem de emissão, ou seja, os intervalos entre o primeiro e segundo, segundo e terceiro... florescimento das plantas de cada tratamento, eram comparados entre si; devido a problemas inerentes à coleta de dados (dificuldade em se avaliar precisamente a data de emissão de floração) decidiu-se, também, comparar estatisticamente os

resultados, agrupando-se três intervalos entre floração subseqüentes, com exceção do último (média de 4 intervalos).

Para o número de flores femininas por inflorescência, foram realizadas comparações estatísticas entre florescimento de mesma ordem de emissão utilizando-se, também, as médias de três inflorescências subseqüentes com exceção do sétimo grupo (apenas com duas inflorescências).

As relações flor - fruto formado, flor - fruto colhido e fruto formado - fruto colhido, foram obtidas utilizando-se a média de 10 avaliações entre a 10ª e 19ª colheitas.

- **Formação inicial de albúmen**

Tomando-se por base os estudos de Alvim & Kozlowski (1977) retirou-se o albúmen sólido de dois frutos por parcela e por tratamento, em cinco avaliações mensais (setembro de 2001 a janeiro de 2002) para posterior secagem em estufa a 60 °C e pesagem, estabelecendo-se então a porcentagem de albúmen sólido seco em relação ao volume do albúmen líquido (água de coco) objetivando-se, assim, avaliar possíveis variações no processo de formação inicial de albúmen devido à CEa.

3.4.6.2 Avaliações de algumas variáveis fisiológicas

Foram realizadas avaliações em agosto e novembro de 2001 e em janeiro de 2002, de: potencial hídrico nas folhas (Ψ_f), utilizando-se bomba de Scholander (Scholander *et al.*, 1965; Tyree & Richter, 1982); condutância estomática (GS) obtida por porômetro APA – DELTA-T DEVICES – CAMBRIDGE - UK (Monteith *et al.*, 1988) e eficiência do aparelho fotossintético verificada pela fluorescência da clorofila (FC) *in vivo* na superfície superior de folíolos localizados no terço médio da 14ª folha, contada a partir do ápice, usando-se o instrumento PEA II (Hansatech Instruments Co., UK). Para medição dos parâmetros de fluorescência (F_o , inicial; F_m , máxima e F_v , variável) as folhas escolhidas foram adaptadas ao escuro (com *leafclip*) por no mínimo 30 min (Durães *et al.*, 2000).

Como o coqueiro apresenta folha hipoestomática (Passos *et al.*, 1999) as medições de GS foram realizadas na face inferior dos folíolos, no terço médio da 14ª folha, a

partir do ápice e os valores do Ψ_f foram obtidos em folíolos próximos àqueles retirados na determinação da condutância estomática.

3.4.6.3 Produção do coqueiro

Ao se admitir que a produção de coqueiro pode ser expressa em termos de número de frutos, peso da copra ou peso do óleo por planta ou por hectare (Alvim & Kozlowski, 1977) neste experimento foi utilizado o número de frutos colhidos por planta.

- **Número de frutos colhidos**

Os frutos verdes com seis meses após a abertura completa da inflorescência eram colhidos mensalmente e contados por planta. Realizaram-se avaliações para cada colheita mensal e, como auxiliar na interpretação dos resultados, foram realizadas, também, análises estatísticas envolvendo valores médios entre fevereiro e julho de 2001 (8ª a 13ª colheita) e entre agosto/2001 a janeiro/2002 (14ª a 19ª colheita), além de valores da produção total.

3.4.6.4 Qualidade da produção

- **Peso médio de frutos e volume da água de coco**

Após cada colheita eram retirados, aleatoriamente, dois frutos representativos por parcela em cada tratamento, para pesagens individuais e medição do volume da água de coco. Foram analisados estatisticamente dados mensais, médias por trimestre (3 meses subsequentes) e a média geral.

A partir do número e peso médio dos frutos colhidos, estimou-se a fitomassa verde dos frutos, multiplicando-se o número de frutos colhidos pelo peso médio em cada avaliação mensal; na avaliação desta variável considerou-se a média de todo o período experimental.

- **Formato de frutos**

O formato dos frutos foi avaliado mediante medições do comprimento (C) e largura (L) obtendo-se a relação L/C (expressa em percentagem) nas avaliações mensais de julho de 2001 a janeiro de 2002, isto é, da 13^a a 19^a colheita.

- **Qualidade da água de coco**

Em dois frutos escolhidos mensalmente, eram analisados, também, pH, CE, °Brix e acidez total titulável (Att) da água de coco, segundo metodologia proposta por Richards (1954) e Instituto Adolf Lutz (1985), no Laboratório da EMPARN localizado em Natal - RN. Para essas variáveis analisaram-se estatisticamente dados mensais e a média geral; para o °Brix da água-de-coco, além da avaliação mensal e geral foram obtidas médias por trimestre.

3.4.6.5 Composição mineral em partes do coqueiro

- **Folhas**

Além das análises foliares para se detectar possíveis deficiências/excessos de nutrientes/elementos, realizadas em outubro/2000 e agosto/2000 (os resultados estão no Apêndice III), foram determinadas, em dezembro 2001, os teores de N, P, K, Ca, Mg, Cl, Na, Mn, Zn, Cu e Fe nas 9^a, 14^a e 18^a folhas contadas a partir do ápice. As análises foram realizadas no Laboratório da EMPARN em Caicó, RN, através de metodologias propostas por Sobral & Santos (1997) e Malavolta *et al.* (1997). As análises da folha nº 14 foram realizadas em todas as plantas do experimento e as das folhas 9 e 18, em uma planta por repetição.

- **Casca de coco (epicarpo e mesocarpo)**

Determinaram-se os teores de Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- e HCO_3^- no epicarpo e mesocarpo dos frutos de coqueiro, para se identificar possíveis mecanismos fisiológicos de acumulação e exclusão de sais; as análises foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG, nos 18º, 19º, 20º, 22º, 23º e 24º mês após o início do experimento; para isto, o epicarpo e o mesocarpo de dois frutos por repetição de cada tratamento, eram secos em estufa (60 °C) e moídos obtendo-se, em seguida, o extrato aquoso para realização das análises, de acordo com metodologia proposta por Richards (1954).

- **Água de coco (albúmen líquido)**

Realizaram-se análises também na UFCG, no 19º, 20º, 22º, 23º e 24º mês após o início do experimento, dos teores de Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- e HCO_3^- seguindo-se metodologia apresentada por Richards (1954), para se avaliar os efeitos da salinidade sobre a composição iônica da água de coco.

3.4.6.6 Análise de solo

As análises de solo foram realizadas empregando-se metodologia proposta por Richards (1954), nos 1º, 12º e 24º meses depois de iniciado o experimento, para se avaliar os níveis de salinidade e RAS do extrato de saturação, nas diversas camadas de zona radicular (0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm) na época mais seca do ano. As amostras eram retiradas a 100 cm do tronco da planta e a 70 cm do microaspersor, escolhendo-se aleatoriamente uma planta por unidade experimental.

3.5 Análises estatísticas

Em todos os experimentos, as análises estatísticas foram realizadas aplicando-se a análise de variância simples e o teste "F" (Gomes, 1978; Ferreira, 1991). Foram

realizadas, também, análises de regressão polinomial, sendo obtidas equações de regressão a 0,01 e 0,05 de probabilidade (teste t), utilizando-se os modelos Linear, Quadrático e Linear Responde Plateau – LRP (Braga, 1983). As transformações para cálculos estatísticos foram feitas conforme recomendações propostas por Snedecor & Cochran (1974).

CAPITULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I – Germinação do coqueiro Anão verde irrigado com diferentes níveis de salinidade de água

4.1.1 Fase I - Efeito da irrigação com águas salinas sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas

4.1.1.1 Germinação

Pelo resumo da análise de variância (Tabela 8) verifica-se que o percentual de germinação de sementes (PG) não foi afetado pelas concentrações salinas da água de irrigação, apresentando valores de 97,5 a 80,0 % em T₁ e T₅ (2,2 e 20,0 dS m⁻¹) respectivamente. Esses resultados são bastante positivos, visto que Fontes & Leal (1994) obtiveram, em condições de não estresse, índices de germinação de coco entre 68,8 e 74,7%.

Na Figura 4 tem-se uma visão deste experimento, podendo-se visualizar os elevados índices de germinação obtidos mesmo quando as sementes eram irrigadas com águas com salinidade de 15 dS m⁻¹ (T₄).



Figura 4: Visão parcial do Experimento I (Fase I) aos 120 dias após semeadura

Alguns autores relatam a importância das reservas no endosperma sobre o processo de germinação do coqueiro. Neste sentido, Child (1974) afirma que é limitado o poder de dormência e as sementes brotam praticamente de forma espontânea após completar o ciclo de maturação; para Castro & Kluge (2001) a seqüência do processo de germinação ocorre com o aumento do volume da semente, flacidez dos envoltórios que recobrem o embrião e com a dinâmica de nutrientes do endosperma para o embrião e órgãos em crescimento. Ressalta-se que o deslocamento das reservas é realizado através de um órgão especial denominado haustório (Figura 5) onde se desenvolvem enzimas responsáveis pela quebra e conversão do óleo contidos no endosperma, em carboidratos que são utilizados no crescimento e formação da plântula (Alvim & Kozlowski, 1977).



Figura 5: Germinação do coco (FAO, 1984)

Assim, os elevados percentuais de germinação de sementes observados neste experimento estão associados, provavelmente, aos mecanismos internos e aos elevados níveis de reserva de nutrientes e de água contidos no endosperma (Ouvrier, 1987; Jayalekshmy *et al.*, 1988). Este fenômeno resulta na multiplicação e alongamento celular, mesmo em condições de elevada salinidade. Ante essa situação, verifica-se que uma das mais importantes funções da água de irrigação no processo de germinação é o amolecimento do epicarpo e mesocarpo contribuindo para a emissão do broto germinativo.

O aumento de salinidade da água de irrigação retardou, de forma significativa, o processo de germinação das sementes, mas não interferiu estatisticamente sobre o índice de velocidade de germinação (Tabela 8 e Figura 6). Nos estudos de regressão foi detectado aumento linear ($p \leq 0,01$) do tempo necessário para germinação das sementes (TG) com acréscimo de 0,87% por aumento unitário de CEa em relação ao controle (T_1), ou seja, ocorreu aumento no tempo necessário para as sementes germinarem de 0,55 dia por incremento unitário da CEa, de modo que as sementes irrigadas com água de maior salinidade ($20,0 \text{ dS m}^{-1}$) demoraram, em média, 10 dias a mais para germinar que as do tratamento T_1 ($2,2 \text{ dS m}^{-1}$). Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG) não se registrou efeito significativo da salinidade, mesmo se verificando tendência de redução linear ($p \leq 0,05$) dessa variável com incremento da salinidade (Figura 6); ocorrendo, num total de 10 sementes por parcela, germinação média de 0,177, 0,175, 0,145, 0,153 e 0,142 sementes dia^{-1} .

Normalmente a redução do potencial osmótico provoca, devido à salinidade, mudança de comportamento na germinação das sementes (Sharma, 1976; Filgueira, 1993; Pereira, 1997; Rodrigues, 2000; Viana, 2000). Uma das alterações ocorridas é o acréscimo

do tempo necessário para germinação das sementes (TG) o que, em geral, se reflete na redução do índice de velocidade de germinação (IVG). Entretanto, neste experimento, mesmo com a significância estatística observada no TG, constata-se que, em termos práticos, o processo de germinação do coqueiro Anão verde não foi expressivamente alterado com a elevação da salinidade da água de irrigação. O retardamento da emissão do broto germinativo pode ser atribuído à desaceleração na transferência das reservas do endosperma para o eixo embrionário

Tabela 8: Resumos de ANAVA e análise de regressão para percentual de germinação (PG), tempo para germinação (TG) e índice de velocidade de germinação (IVG) do coqueiro e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	PG	TG	IVG
			Quadrado médio	
Salinidade	4	224,7 ^{ns}	91,10 ^{**}	0,11 ^{ns}
Regr. Pol. Linear	1	655,3 ^{ns}	253,9 ^{**}	0,33 [*]
Desv. Reg.	2	118,7 ^{ns}	42,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Resíduo	15	152,8	27,47	0,042
CV (%)		13,6	7,71	21,21
		Média		
CEa (dS m ⁻¹)		(%)	(dias)	(sementes dia ⁻¹)
2,2		97,50	63,80	0,177
5,0		97,50	63,18	0,175
10,0		86,87	72,33	0,145
15,0		92,50	68,92	0,153
20,0		80,00	72,61	0,142

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

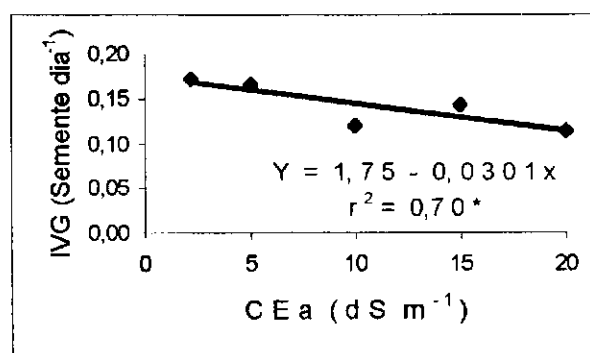
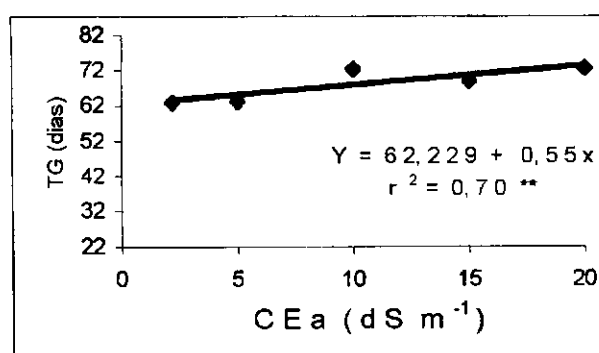


Figura 6: Tempo de germinação (TG) e índice de velocidade de germinação (IVG) do coqueiro em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

4.1.1.2 Crescimento de plântulas

- **Fitomassa de raízes, parte aérea e total**

Nos resumos das análises de variância (Tabela 9) verifica-se que a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo ($p \leq 0,01$) sobre a formação de fitomassa das raízes (FR), parte aérea (FPA) e total (FT) aos 120 dias após semeadura (DAS). O estresse salino provocou reduções na fitomassa total de 38,1, 57,96 e 69,39% nos tratamentos T_3 , T_4 e T_5 respectivamente em relação ao controle (T_1).

Apesar da regressão linear significativa, o modelo que melhor representa efeito da salinidade da água de irrigação sobre essas variáveis é o Linear Responde Plateau - LRP (Figura 7 e Tabela 9). Verifica-se que T_1 e T_2 (2,2 e 5,0 dS m^{-1}) formam um platô, havendo redução linear sobre a FR, FPA e FST, a partir de valor próximo a 5 dS m^{-1} (T_2) com decremento respectivo de 7,25, 5,09 e 5,48%, por incremento unitário de CEa em relação ao início do declínio. A redução da fitomassa das plântulas observada nos tratamentos mais salinos ocorreu, provavelmente, em função da diminuição do potencial hídrico do substrato provocado pelo estresse salino e conseqüente diminuição da absorção de água pelas plântulas. Conforme Castro (1987) em razão da expansão celular provocada pelo influxo de água é que o tecido se alonga.

A taxa de decréscimo da fitomassa total por incremento unitário da salinidade da água de irrigação nas plântulas de coqueiro, foi semelhante às observadas na produção de outras culturas agrícolas consideradas tolerantes aos sais como cevada, algodão, cana-de-açúcar e beterraba, cujos decréscimos foram de 5,0; 5,2; 5,0 e 7,0% por incremento da salinidade do extrato de saturação do solo (CEes) (Shannon, 1997); fato ocorrido em virtude, provavelmente, dos elevados níveis de reservas de nutrientes e água contidos nas sementes de coco, além da capacidade de absorver água, mesmo sob baixo potencial osmótico do solo.

- **Relação raiz - parte aérea (R/PA)**

Pelos resultados de análise de variância referente à relação raiz - parte aérea - R/PA (Tabela 9) observa-se que a salinidade interferiu significativamente sobre essa

variável. O valor de R/PA no tratamento T₅ foi de 1,83%, enquanto no tratamento T₁ foi de 20,09%. Verifica-se, no modelo LRP (Tabela 9 e Figura 7) redução linear a partir de CEa = 5,46%, com decréscimo de 6,03% por incremento unitário da CEa em relação ao início do declínio. Conclui-se, então, que o sistema radicular do coqueiro Anão verde foi mais afetado pela salinidade que a parte aérea.

A redução da relação R/PA em níveis elevados de salinidade pode estar ligada a mecanismos fisiológicos que estimulam o crescimento da parte aérea; as raízes das plântulas de coqueiro podem ter sido mais afetadas devido ao acentuado efeito tóxico a que estavam expostas. Alguns pesquisadores têm comprovado este fato, como Bari *et al.* (1973) que constataram ser a parte aérea do arroz menos sensível à salinidade do as raízes e Marinho *et al.* (1998) estudando a tolerância do abacaxizeiro à salinidade durante a fase de formação de mudas, observaram também ser mais afetado o sistema radicular pelo estresse salino em relação à parte aérea.

Segundo O' Leary (1995) normalmente os efeitos da salinidade afetam sobretudo o crescimento da parte aérea das plantas, em especial a área foliar; contudo, em algumas espécies o crescimento radicular também é bastante afetado.

Tabela 9: Resumos de ANOVA e análise de regressão para fitomassa das raízes (FR), parte aérea (FPA) e total (FT) e relação raiz/ parte aérea (R/PA) e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator		FR	FPA	FT	R/PA
	GL	Quadrado Médio			
Salinidade	4	1,89**	19,63**	33,50**	297,8*
Regr. Pol. Linear	1	5,65**	67,53**	112,26**	1064,5**
LRP	1	5,60**	56,38**	97,61**	977,6**
Desv. Reg.	2	7,34**	5,34 ^{ns}	10,90 ^{ns}	70,31 ^{ns}
Resíduo		0,13	2,94	3,46	43,54
Resíduo (LRP)		0,15	2,40	2,86	45,80
CV (%)		47,36	38,10	35,37	46,32
		Média			
CEa (dS m ⁻¹)		g	g	g	%
2,2		1,15	6,21	7,36	20,09
5,0		1,76	7,33	9,09	24,13
10,0		0,50	4,05	4,56	14,35
15,0		0,35	2,74	3,10	10,81
20,0		0,05	2,17	2,22	1,83

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

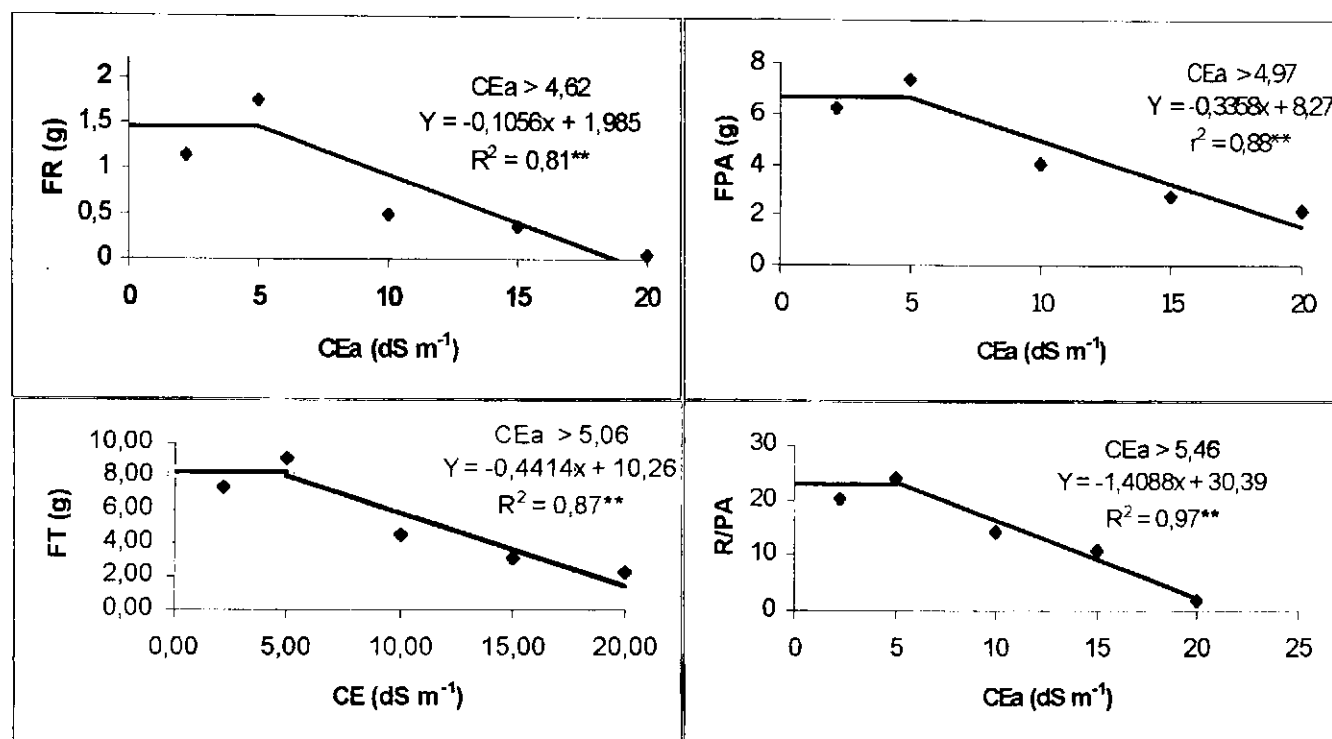


Figura 7: Fitomassa das raízes (FR), parte aérea (FPA) e total (FT) e relação raiz/parte aérea (R/PA), aos 120 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

- **Diâmetro de coleto e comprimento de plântulas**

Os resumos das análises de variância para o diâmetro do coleto (DC) e comprimento das plântulas (CP) estão apresentados na Tabela 10, na qual se observa efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre essas variáveis. O aumento do conteúdo salino da água de irrigação provocou decréscimo linear significativo de 1,7 e 1,8% por incremento unitário de CEa, em relação a T₁, no DC e no CP, respectivamente (Figura 8). No final do experimento, as reduções relativas ao diâmetro coleto dos tratamentos T₂, T₃, T₄ e T₅ em relação a T₁, foram de 4,8, 13,4, 22,1 e 30,7% e de 5,18, 14,4, 23,7 e 32,9% no comprimento das plântulas.

Com aumento da salinidade, a parte aérea das plântulas apresentou decréscimo menor que o sistema radicular. Como já comentado no item anterior, o crescimento do sistema radicular das plântulas foi bastante afetado pela salinidade, sendo inexpressivo em T₄ e T₅.

Esse estágio de crescimento vegetal envolve divisão e aumento celular, diretamente relacionados com a capacidade de absorção de água pelo sistema radicular e com o processo de transferência de reservas do endosperma para os órgãos em

crescimento. Para que a absorção de água ocorra é necessário que haja o ajustamento osmótico da raiz em relação ao solo (Ferreira, 1988).

Portanto, infere-se que, como a formação do sistema radicular foi pequena ou inexpressiva (em T₄ e T₅) o crescimento da parte aérea das plântulas dos tratamentos mais salinos foi proporcionado, provavelmente pela transferência de reservas de água e nutrientes contidas no endosperma para os tecidos em formação; no coqueiro é alta a influência das reservas de nutrientes e água no processo de formação inicial das plântulas até 120 dias após plantio (Ouvrier, 1987).

Tabela 10: Resumos de ANAVA e análise de regressão para diâmetro do coleto (DC) e comprimento das plântulas (CP) do coqueiro aos 120 dias após semeadura e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	DC	CP
		Quadrado Médio	
Salinidade	4	26,99**	9,67*
Regr. Pol. Linear	1	91,53**	33,36**
Desv. Reg.	2	4,18 ^{ns}	1,49 ^{ns}
Resíduo		1,81	2,40
CV (%)		8,19	17,01
		Média	
CEa (dS m ⁻¹)		mm	cm
2,2		18,60	10,93
5,0		18,30	10,61
10,0		16,47	8,18
15,0		16,48	8,28
20,0		12,10	7,51

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

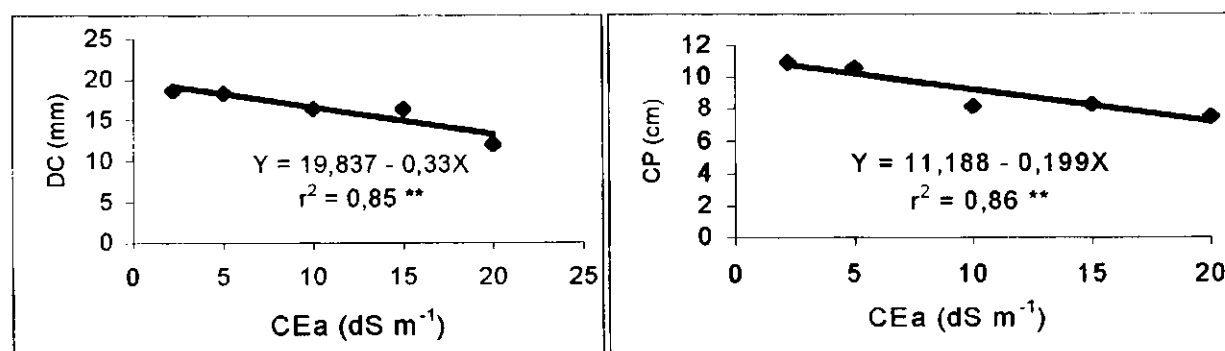


Figura 8: Diâmetro do coleto (DC) e comprimento das plântulas (CP) aos 120 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

4.1.1.3 Relações hídricas

- **Evapotranspiração**

A salinidade da água de irrigação não interferiu significativamente sobre a evapotranspiração (ETc) das plântulas de coqueiro durante os primeiros 120 dias após semeadura (Tabela 11).

De acordo com Ayers & Westcot (1991) o processo de extração de água do solo é diretamente relacionado às forças de embebição exercidas pelas plantas e as forças de retenção de água exercidas pelo solo. Com a elevação da salinidade da água de irrigação e conseqüente redução do potencial hídrico no solo, geralmente ocorre diminuição nos processos de absorção d'água e, conseqüentemente, da evapotranspiração.

Entretanto, este fato não foi verificado nesse experimento; provavelmente, no período foram pequenos os volumes de absorção de água e conseqüente transpiração em relação aos volumes de evaporação e drenagem (elevada fração de lixiviação) mesmo nos tratamentos irrigados com água de menor salinidade. Tal comportamento se deve, provavelmente à reduzida absorção de água pelas sementes durante o processo de emissão do broto germinativo (média de 68 dias) e à influência das reservas de água e nutrientes contidos nas sementes de coco sobre o crescimento inicial das plântulas

- **Fração de Lixiviação**

O incremento da salinidade da água de irrigação não provocou alterações significativas na fração de lixiviação (FL). Como as lâminas de irrigação foram as mesmas para todos os tratamentos e não houve diferença significativa na ETc, necessariamente não haveria diferença na FL (Tabela 11) já que, neste caso, a lâmina de drenagem é inversamente proporcional à lâmina da ETc.

As lâminas de irrigação adotadas provocaram FL média de 0,63, 0,63, 0,62, 0,63 e 0,60, respectivamente, nos níveis T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅. Esses valores, segundo Ayers & Westcot (1991), provocam intensa lixiviação de sais, resultando em salinidade média no extrato de saturação do solo (CEes) na zona radicular menor que a salinidade da água de irrigação, com fator de concentração em torno de 0,7; assim, a CEes estimada nos tratamentos T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅ seria de 1,54, 3,50, 7,0, 10,50 e 14,0 dS m⁻¹.

Tabela 11: Resumos de ANAVA e análise de regressão para evapotranspiração (ETc) e fração de lixiviação (FL) durante o período experimental (0-120 dias após semeadura dos cocos) e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	Evapotranspiração		Fração de Lixiviação
	GL	Quadrado médio	
Salinidade	4	0,52 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Regr. Pol. Linear	1	0,62 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Desv. Reg.	2	0,44 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Resíduo		0,95	0,037
CV (%)		16,59	9,67
		Média	
CEa (dS m ⁻¹)	mm dia ⁻¹		FL
2,2	1,83		0,63
5,0	1,87		0,63
10,0	1,70		0,62
15,0	1,87		0,63
20,0	1,84		0,60

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

4.1.1.4 Tolerância do coqueiro à salinidade durante a germinação e crescimento inicial de plântulas

Neste experimento, o incremento da CEa não provocou restrições significativas na germinação do coqueiro, e ocorreu redução na formação de fitomassa das plântulas apenas quando a CEa foi maior que 5 dS m⁻¹ (CEes estimado > 3,5 dS m⁻¹); além disso, as taxas de decréscimo por incremento unitário da CEa, em relação ao início do declínio, foram de 5,48, 1,7 e 1,8%, respectivamente para fitomassa total, comprimento das plântulas e diâmetro do coleto.

De acordo com Maas & Hoffman (1977) devem ser considerados dois aspectos quando se estuda a tolerância das plantas à salinidade: o valor limiar de salinidade (SL) a partir do qual se iniciam os efeitos deletérios sobre o crescimento/desenvolvimento, e a taxa de decréscimo observada quando a salinidade aumenta além do limiar. Pelos dados deste experimento e os limites de tolerância das culturas à salinidade, propostos por Maas (1984), a cultura do coqueiro durante a germinação e crescimento inicial das plântulas pode ser classificada como 'tolerante' à salinidade.

4.1.2 Fase II - Efeito do estresse salino ocorrido na fase de germinação sobre o crescimento de mudas no viveiro

4.1.2.1 Sobrevivência de mudas

O efeito deletério da salinidade sobre as plântulas de coqueiro na sementeira provocou, provavelmente, redução de hidratação e alterações na nutrição, além da toxicidade causada por íons de cloreto e de sódio, influenciando nos processos fisiológicos e causando aumento no dispêndio de energia para realização dos ajustes bioquímicos, com conseqüente perda de resistência e vigor (Rhoades *et al.*, 2000); todos esses efeitos poderiam ter provocado perda de plantas no viveiro (mesmo após passarem a ser irrigadas com água de 2,2 dS m⁻¹) o que não aconteceu, pois foram obtidos 100% de sobrevivência das mudas neste experimento.

Infere-se que, durante a germinação, provavelmente o coqueiro possui mecanismos fisiológicos que permitem a adaptação a ambientes salinos sem perdas significativas na resistência, fato este associado aos elevados níveis de água e nutrientes contidos no endosperma.

4.1.2.2 Crescimento de mudas

- **Comprimento de mudas**

Tem-se, na Tabela 12, o resumo da análise de variância e análise de regressão para o comprimento de mudas (CM) aos 120 dias após plantio (DAP). Pode-se observar que após 120 dias de irrigação com água do controle (T₁) ainda havia diferença significativa ($p \leq 0,01$) nessa variável. Aos 120 DAP, o comprimento médio das mudas em T₂, T₃, T₄ e T₅ correspondia a 96,2, 89,4, 82,7 e 75,9% dos valores de T₁.

No entanto, os efeitos da salinidade da água de irrigação aplicada durante a fase na sementeira, foram sendo paulatinamente superados quando se utilizou água de baixa salinidade, pois aos 30, 60, 90 e 120 DAP, o incremento unitário da CEa (comparado ao T₁) resultou em decréscimo no comprimento das mudas, respectivamente de 3,82, 2,82, 2,11 e 1,35%. (Figura 9). Também, não houve diferença significativa na velocidade de crescimento em comprimento das mudas - VCM (Tabela 12). Portanto, os efeitos negativos da salinidade na sementeira não influenciaram no crescimento das mudas em comprimento quando essas passaram a ser irrigadas com água de baixa salinidade, mas, provocaram aumento do tempo

necessário para que as mudas alcançassem, no viveiro, tamanho adequado para plantio no campo.

Tabela 12: Resumos de ANOVA e análise de regressão para comprimento de mudas, aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP) e velocidade de crescimento em comprimento de mudas (VCM) do coqueiro, no viveiro, entre 0 e 120 DAP e médias observadas das respectivas variáveis em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação

Fator	Comprimento das mudas				VCM	
	30	60	90	120		
dias após plantio						
	GL	Quadrado Médio				
Salinidade	4	421,25**	438,36**	250,44**	290,56**	0,0025 ^{ns}
Regr. Pol. Linear	1	1623,84**	1604,88**	829,73**	1083,81**	0,0045 ^{ns}
Desv. Reg.	2	29,76 ^{ns}	73,60 ^{ns}	19,36 ^{ns}	25,28 ^{ns}	0,0015 ^{ns}
Resíduo		41,34	27,16	14,03	18,32	0,0018
CV (%)		17,01	9,63	5,73	5,72	10,45
Média						
CEa (dS m ⁻¹)	cm				cm dia ⁻¹	
2,2	50,81	66,56	75,97	84,87	0,40	
5,0	44,06	61,62	71,72	82,65	0,41	
10,0	36,31	50,69	60,37	71,60	0,41	
15,0	34,00	52,06	60,36	69,20	0,39	
20,0	23,00	39,58	58,45	65,53	0,45	

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

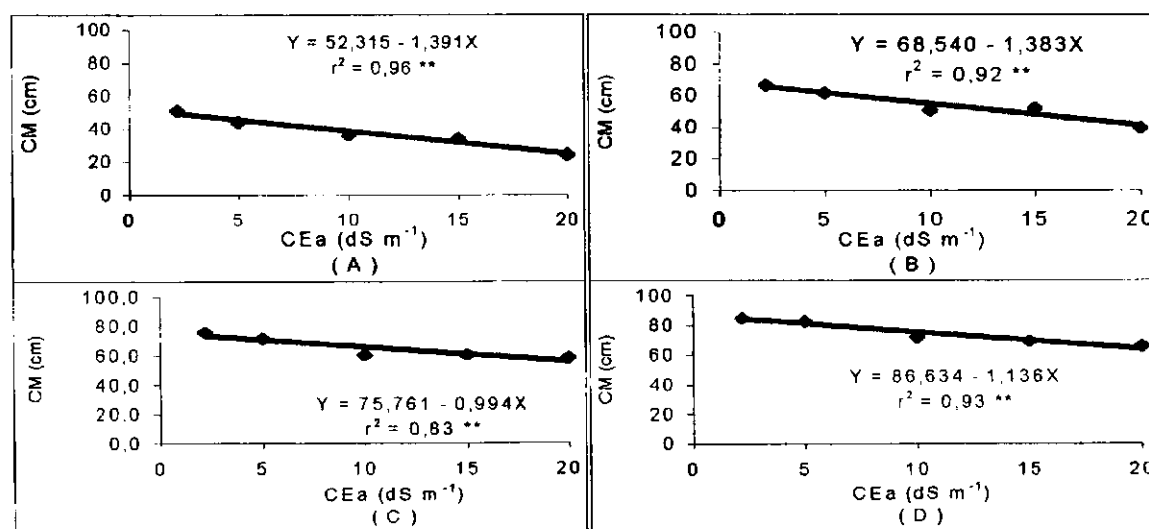


Figura 9: Comprimento de mudas (CM), no viveiro, aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 (D) dias após plantio (DAP) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação

• Diâmetro de coletor

A água usada durante a germinação com diferentes valores de condutividade elétrica afetou significativamente ($p \leq 0,01$) o diâmetro do coletor (DC) das mudas no viveiro

em todas as avaliações realizadas (30, 60, 90 e 120 DAP) (Tabela 13, Figura 10). Houve decréscimos de 1,46, 1,23, 1,38 e 1,38% por incremento unitário da salinidade da água de irrigação, durante a germinação (relativo a T₁). Ao final deste experimento (Fase II) as reduções percentuais médias no diâmetro do coleto foram de 3,87, 10,78, 17,70 e 24,61% em T₂, T₃, T₄ e T₅, respectivamente.

Tais reduções são menores que as registradas ao final da Fase I, da ordem de 4,73, 13,47, 22,10, 30,74%, respectivamente em T₂, T₃, T₄ e T₅ em relação a T₁. Além disso, não ocorreu diferença significativa na velocidade de crescimento do coleto (Tabela 13); quando as mudas passaram a ser irrigadas com águas de baixa salinidade, as diferenças na velocidade de crescimento do diâmetro do coleto, observadas na Fase I, deixaram de existir, demonstrando que os danos causados pelo estresse salino na sementeira não provocaram traumas irreversíveis no processo de formação das mudas do coqueiro ocasionando, contudo, o aumento do tempo necessário para formação do estipe.

Resultados semelhantes foram constatados por Costa *et al.* (1986) ao observarem que plantas de coqueiro durante a fase de crescimento inicial no local definitivo, após serem irrigadas durante cinco meses com águas de elevada salinidade, não apresentaram qualquer tipo de seqüela a limitar o processo de formação do estipe quando estas passaram a ser irrigadas com água de baixa salinidade.

Tabela 13: Resumos de ANAVA e análise de regressão para diâmetro do coleto (DC) aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP) no viveiro e para velocidade de crescimento do coleto (VCC) do coqueiro entre 0 e 120 DAP e médias observadas dessas variáveis em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação

Fator	Diâmetro do coleto				VCC	
	30	60	90	120	0-120	
	dias após plantio					
	GL	Quadrado Médio				
Salinidade	4	18,62**	45,32**	47,97**	74,68**	0,010 ^{ns}
Regr. Pol. Linear	1	65,20**	172,93**	185,85**	276,56**	0,011 ^{ns}
Desv. Reg.	2	4,24 ^{ns}	2,89 ^{ns}	2,17 ^{ns}	5,54 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Resíduo		2,03	4,32	7,75	10,46	0,004
CV (%)		7,01	7,6	9,24	8,79	12,13
		Média				
CEa (dS m ⁻¹)		mm	mm	mm	mm	mm dia ⁻¹
2,2		22,56	31,34	34,10	41,75	0,17
5,0		22,57	30,16	33,25	40,97	0,17
10,0		19,22	26,28	29,27	35,15	0,15
15,0		18,56	25,72	28,15	33,90	0,13
20,0		17,70	23,14	25,9	32,15	0,16

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

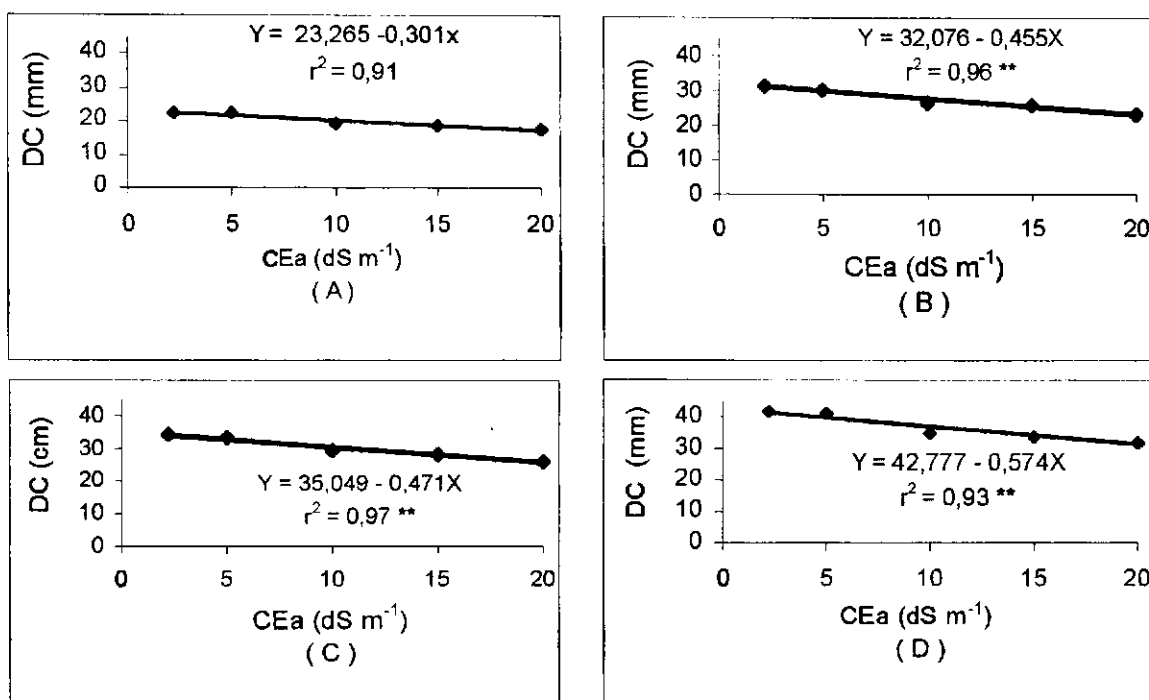


Figura 10: Diâmetro de coleto (DC) de mudas no viveiro, aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 dias (D) após plantio (DAP) em função da salinidade na água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação

- **Fitomassa total**

O resumo da análise de variância e análise de regressão para fitomassa total estão na Tabela 14. Verifica-se que a irrigação com águas salinas durante a fase de germinação na sementeira, provocou efeito significativo ($p \leq 0,05$) na fitomassa total (FT) das mudas, mesmo após 120 dias de irrigação com água de baixa salinidade (2,2 dS m⁻¹). De acordo com a equação de regressão (Figura 11) a FT decresceu, em relação a T₁, 3,22%, por incremento unitário da CEa usada durante a época da germinação, tendo as plantas de T₂, T₃, T₄ e T₅, respectivamente, 90,9; 74,86; 58,73 e 42,6% da fitomassa total de T₁, aos 120 DAP.

Na avaliação final da Fase I a fitomassa total obtida com águas de 20 dS m⁻¹ (T₅) era equivalente a apenas 21,67% da FT do T₁; assim, pelo que já foi comentado os efeitos da salinidade foram reversíveis, embora retardassem o ciclo normal de formação das mudas de coqueiro.

- **Relação raiz - parte aérea**

Ao final deste experimento (Fase II) diferentemente do que foi observado na Fase I, já não havia diferença na relação R/PA entre os diversos tratamentos (Tabela 14). Enquanto, ao final do Experimento I (Fase I), a relação raiz - parte aérea (R/PA) correspondia a 20,09, 24,13, 14,35, 10,81 e 1,83% em T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅, respectivamente; ao final da Fase II, esses percentuais passaram a ser de 18,84; 16,68; 21,99; 17,71 e 21,88%. Após cessarem os efeitos tóxicos da salinidade o sistema radicular das mudas de coqueiro se desenvolveu rapidamente alcançando valores similares em relação à parte aérea, aos observados no controle (T₁) tendo, então, condições adequadas de absorção de água e nutrientes necessários ao crescimento das plantas.

Tabela 14: Resumos de ANAVA e análise de regressão para fitomassa total (FT) e relação raiz / parte aérea (R/PA) de mudas de coqueiro aos 120 dias após plantio no viveiro e médias observadas das respectivas variáveis, em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação

Fator	FT		R/PA
	GL	Quadrado Médio	
Salinidade	4	669,69*	23,29 ^{ns}
Regr. Pol. Linear	1	2666,01**	22,43 ^{ns}
Desv. Reg.	2	23,66 ^{ns}	35,37 ^{ns}
Resíduo		181,98	43,13
CV (%)		33,25	33,85

CEa (dS m ⁻¹)	Média	
	g	%
2,2	54,10	18,84
5,0	50,64	16,68
10,0	42,91	21,68
15,0	32,30	17,71
20,0	22,90	21,88

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

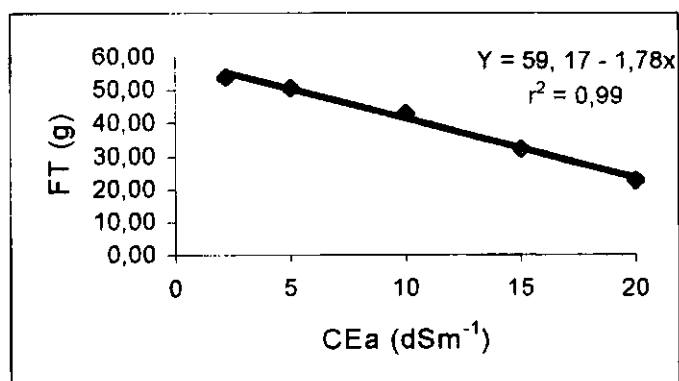


Figura 11: Fitomassa total (FT) das mudas após 120 dias no viveiro, em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as plântulas durante a fase de germinação

4.2 Experimento II – Formação de mudas do coqueiro Anão verde irrigado com diferentes níveis de salinidade de água

4.2.1 Fase I - Efeito da irrigação com águas salinas sobre o crescimento de mudas no viveiro

4.2.1.1 Sobrevivência de mudas

Nesse experimento a sobrevivência das mudas (SM) de coqueiro atingiu 100% em todos os tratamentos, apesar dos elevados níveis de salinidade de água utilizados (até 20,0 dS m⁻¹). O uso de água salina na irrigação impede o crescimento, aumenta o dispêndio de energia para absorção de água e a realização dos ajustes bioquímicos, provocando enfraquecimento no metabolismo, comprometendo a sobrevivência da maioria das culturas agrícolas (Rhoades *et al.*, 2000).

Possivelmente os 100% de sobrevivência das mudas tenham ocorrido devido à natureza física do substrato e à condução do experimento (item 3.3.1), que proporcionaram diminuição do estresse, tanto no processo de transplântio do germinadouro para o viveiro como durante o crescimento inicial das mudas. Isso pode ter contribuído para não haver perdas mesmo em plantas submetidas à salinidade elevada (T₄ e T₅).

Além disso, os elevados níveis de nutrientes e de água contidos no endosperma do coqueiro podem, também, justificar, em parte, a sobrevivência das mudas, embora durante este período grandes quantidades de reservas (carboidratos, proteínas, lipídios) já tenham sido convertidas em compostos funcionais no protoplasma das células em formação. Conforme Foale (1968) após 120 dias da semeadura (época aproximada do transplântio das mudas para o viveiro) diminui rapidamente a importância relativa dos níveis de reserva na formação das mudas de coqueiro.

Além das reservas existentes no endosperma, a existência de mecanismos fisiológicos no coqueiro, como acumulação de íons (Tal & Shannon, 1983), seletividade ou exclusão de íons (Waisel *et al.*, 1986), compatíveis produção de solutos orgânicos (Grumet & Hanson, 1986) e ajustamento osmótico (Marschner, 1995) também deve ter contribuído para absorção de água e sobrevivência das plantas em ambientes salinos. Neste sentido, Lauchi &

Epstein (1990) afirmam que o acúmulo de íons nos vacúolos das células e manutenção da concentração salina no citoplasma, em baixos níveis, contribui para a sobrevivência de algumas plantas em meio salino.

4.2.1.2 Crescimento de mudas

- **Comprimento de mudas**

A salinidade na água de irrigação reduziu significativamente o comprimento das mudas em altura (CM) aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio - DAP (Tabela 15). De acordo com a Figura 12 (A, B, C, D) verificou-se redução linear por incremento unitário de CEa (em relação a T_1) de 1,32, 1,74, 1,80 e 1,94% no CM, respectivamente, aos 30, 60, 90 e 120 DAP; aos 30 DAP, a redução no comprimento das mudas foi de 0,59 cm e, aos 120 DAP, de 1,74 cm por incremento unitário da CEa em relação a T_1 , que tinha comprimento médio de 44,69 e 89,58 cm, respectivamente.

Ao longo do tempo e conseqüente redução da reserva do endosperma, ocorreu intensificação do efeito do estresse salino sobre o comprimento das mudas. Este fato confirma a hipótese de que os altos níveis de reserva contida na semente exercem papel determinante no processo de tolerância aos sais durante a germinação e crescimento inicial de mudas de coqueiro. Outro fator que também poderia justificar a intensificação do efeito da salinidade, com o passar do tempo, seria o acúmulo gradativo de sais na planta, já que no solo não houve, provavelmente, acúmulo, devido à fração de lixiviação observada nesse experimento (item 4.2.1.5).

A velocidade de crescimento em comprimento das mudas (expressa em cm dia^{-1}) foi significativamente afetada pela salinidade (Tabela 15 e Figura 12 –E, F, G, H) nos períodos entre 0-30, 30-60, 60-90 e 90-120 DAP. Verificaram-se, também, decréscimos lineares em todos os períodos avaliados. As reduções da velocidade de crescimento em comprimento (VCC) das mudas por incremento unitário da salinidade (relativo a T_1) foram da mesma ordem até os 90 DAP (2,77, 2,91 e 2,71%, nos períodos de 0-30, 30-60 e 60-90 DAP, respectivamente); entretanto, entre 90-120 DAP as diferenças da VCC entre os níveis mais

salinos e o controle foram diminuídas (decréscimo em relação ao controle de 1,99% por incremento unitário da salinidade).

Até os primeiros 30 dias após plantio, as mudas de T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅ cresceram, respectivamente, numa velocidade média de 0,67, 0,69, 0,59, 0,39 e 0,38 cm dia⁻¹ e na avaliação final (90-120 DAP) a VCC foi reduzida para 0,38, 0,47, 0,43, 0,30 e 0,27 cm dia⁻¹. Com o passar do tempo, constatou-se redução na VCC das mudas em todos os níveis de salinidade, principalmente em T₁, fato que pode ser justificado, em parte, pela redução nos níveis de reservas contidas nas sementes e ao limitado espaço físico existente nos recipientes (sacos plásticos) que, apesar de terem tamanho maior que o recomendado por Fontes *et al.* (1997) ao final do experimento restringiam o crescimento das raízes das plantas. Portanto, a redução dos decréscimos na VCC provocados pelo incremento da salinidade ao final do experimento (90-120 DAP), podem ter ocorrido devido ao mais rápido crescimento das mudas irrigadas com águas de baixa salinidade, que mais rapidamente ocupavam o espaço físico dos recipientes, limitando o crescimento das raízes e das plantas.

Tabela 15: Resumos de ANOVA e análise de regressão para comprimento das mudas (CM) aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP) e velocidade de crescimento em comprimento (VCC) entre 0-30, 30-60, 60-90 e 90-120 DAP das mudas do coqueiro e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	Comprimento das mudas				Velocidade de crescimento em comprimento				
	30	60	90	120	0-30	30-60	60-90	90-120	
	DAP				DAP				
	GL	Quadrado Médio							
Salinidade	4	79,12*	242,38**	403,84**	670,03**	0,09**	0,56**	0,04*	0,27*
Regr. Pol. Linear	1	293,15**	947,53**	1544,5**	2546,2**	0,33**	2,03**	0,16**	0,66*
Reg. Pol Quad	1	7,56 ^{ns}	5,40 ^{ns}	26,85 ^{ns}	34,65 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Desv. Reg.	2	11,28 ^{ns}	8,18 ^{ns}	34,76 ^{ns}	49,23 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Residuo		21,12	23,70	18,39	21,13	0,0038	0,036	0,0115	0,087
CV (%)		11,54	9,33	6,66	6,11	11,21	14,64	26,81	25,22
CEa (dS m ⁻¹)		Média							
		-----cm-----				-----cm dia ⁻¹ -----			
2,2		43,97	59,99	75,45	86,7	0,67	0,53	0,51	0,38
5,0		44,47	58,06	69,65	86,35	0,69	0,46	0,46	0,47
10,0		40,47	54,46	68,37	79,95	0,59	0,46	0,42	0,43
15,0		35,39	46,20	58,45	64,7	0,39	0,36	0,32	0,30
20,0		36,06	41,89	50,15	58,45	0,38	0,23	0,27	0,27

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

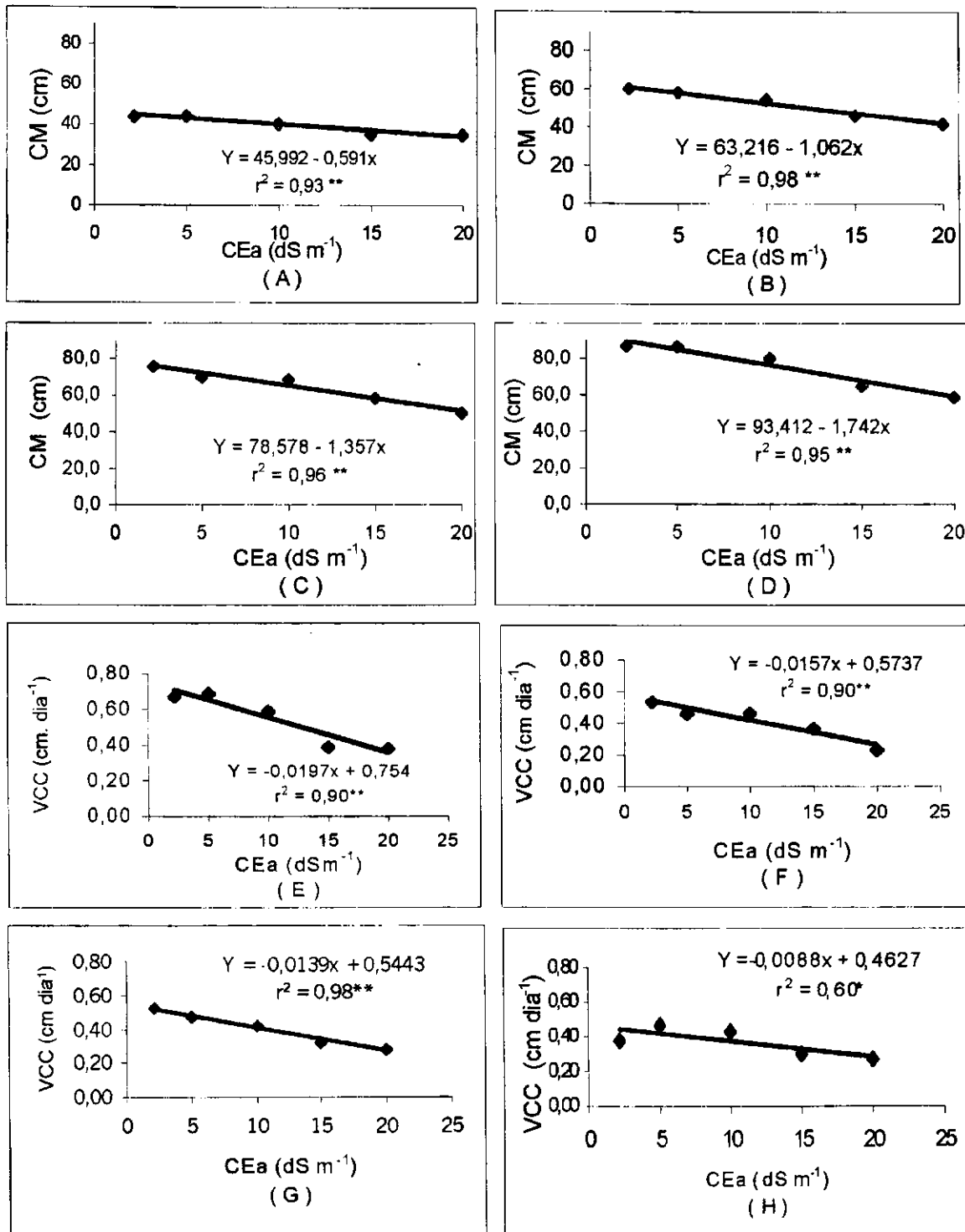


Figura 12: Comprimento das mudas (CM) aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 (D) dias após plantio e velocidade de crescimento em comprimento (VCC) entre 0-30 (E), 30-60 (F), 60-90 (G) e 90-120 (H) dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

- **Diâmetro de coleto**

Observou-se, neste experimento, que o diâmetro do coleto (DC) foi afetado pela salinidade da água de irrigação ($p \leq 0,01$) aos 60, 90 e 120 DAP, conforme se percebe na Tabela 16 e na Figura 13. Aos 30 DAP, mesmo com ausência de efeito significativo no DC, foi detectada, pela análise de regressão, tendência de decréscimo com aumento da salinidade da água de irrigação. Semelhante ao ocorrido com o comprimento das mudas (CM), com o passar do tempo observou-se intensificação dos efeitos do estresse salino sobre o diâmetro do coleto, com decréscimos de 0,5, 1,23, 1,80 e 1,94%, ou seja, reduções de 0,095, 0,286, 0,518 e 0,651 mm no DC, por incremento unitário de CEa, relativo a T₁, respectivamente aos 30, 60, 90 e 120 DAP. Nota-se, entretanto, tendência de estabilização nas diferenças percentuais entre os dados do tratamento T₁ e os níveis mais salinos, a partir dos 90 dias, pois se verifica que o DC em T₅ foi equivalente a 91,07, 78,17, 67,88 e 65,42% em relação ao controle, aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio.

O diâmetro do coleto aos 120 DAP, teve reduções percentuais em relação ao T₁ de 5,44, 15,15, 24,87 e 34,58% em T₂, T₃, T₄ e T₅, respectivamente. Essas reduções foram semelhantes às apresentadas por Costa *et al.* (1986) após estudarem o crescimento de plantas de coqueiro cv. Gigante, na fase inicial, irrigadas com água salina, durante cinco meses, e observarem reduções percentuais no diâmetro do coleto, de 14,5, 20,9 e 24,1%, respectivamente para salinidade de 7,5, 11,2 e 15 g L⁻¹, em relação ao controle.

As reduções percentuais no diâmetro do coleto das plantas irrigadas com água de até 10 dS m⁻¹ de condutividade elétrica foram de apenas 15,1% em relação ao T₁; podendo-se inferir que nos tratamentos T₂ e T₃ os processos iniciais de crescimento, divisão e diferenciação das células formadoras do estipe de coqueiro, além de serem influenciados, significativamente, pelas reservas de água e nutrientes contidas na semente (item 4.2.1), aconteceram, provavelmente, resultantes de ajustamento osmótico que permitiram absorção de água em ambientes salinos (Shannon, 1997).

Tabela 16: Resumos de ANOVA e análise de regressão para diâmetro do coleto (DC) das mudas de coqueiro aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio (DAP) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	Diâmetro do coleto				
		30 DAP	60 DAP	90 DAP	120 DAP
	GL	Quadrado Médio			
Salinidade	4	3,09 ^{ns}	17,56**	57,41**	90,33**
Reg. Pol. Linear	1	7,77**	68,84**	225,31**	355,85**
Reg. Pol Quad	1	3,02 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2,74 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Desv. Reg.	2	0,83 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,79 ^{ns}	2,57 ^{ns}
Resíduo		1,26	2,03	1,97	3,02
CV (%)		6,18	6,79	5,74	6,17
CEa (dS m ⁻¹)		Média			
		mm			
2,2		18,19	23,46	29,2	33,57
5,0		19,18	22,46	26,96	31,55
10,0		18,69	20,68	24,62	28,97
15,0		17,71	19,45	21,42	24,25
20,0		16,91	18,52	20,03	22,37

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

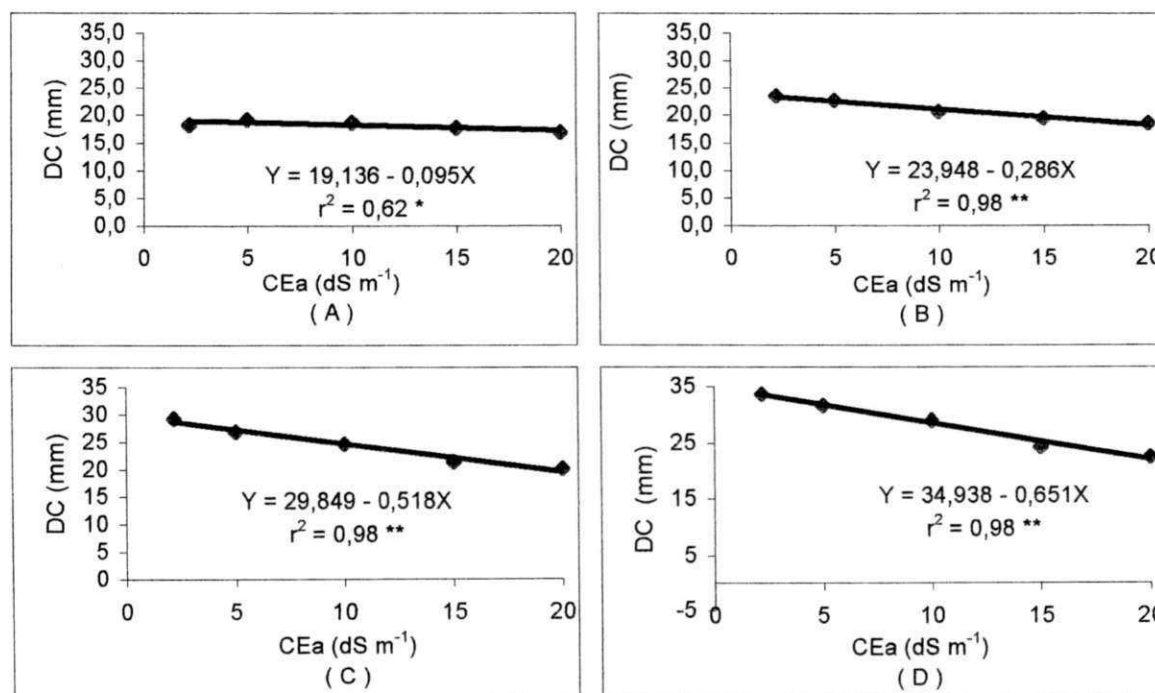


Figura 13: Diâmetro médio de coleto (DC) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 (D) dias após plantio

4.2.1.3 Fitomassa da parte aérea e da raiz

Os resumos de análise de variância para fitomassa da parte aérea (FPA) e das raízes (FR) encontram-se na Tabela 17, na qual se constata que a FPA foi afetada pela salinidade nas avaliações realizadas aos 70 e 120 DAP. Através dos estudos de regressão mostrados na Figura 14 (A,B) vê-se que o incremento unitário de CEa ocasionou decréscimos na FPA, respectivamente, de 2,88 e 3,41 % por incremento unitário e base em T_1 .

Embora nas avaliações realizadas aos 70 DAP não tenha sido constatado efeito significativo da salinidade sobre o crescimento do sistema radicular das plantas, no final do experimento (120 DAP) esta foi a parte da planta mais afetada pela salinidade. Foram detectados pela análise de regressão, no final do Experimento II (Fase I), por incremento unitário de CEa (em relação T_1), decréscimos na ordem de 4,67% na fitomassa da raiz - FR (Figura 14 - C), valor este 36,95% superior ao decréscimo observado na fitomassa da parte aérea. Em T_5 a FR foi equivalente a apenas 16,8% de T_1 , enquanto a FPA correspondeu a 39,35%.

De modo geral, o crescimento das raízes é menos afetado pela salinidade que o da parte aérea (Bernstein, 1975); Campos (1986) verificou aumento da relação R/PA no arroz em condições de estresse salino, e Ludlow & Muchow (1990) afirmam que o aumento da relação R/PA em condições de baixo potencial no solo, é um mecanismo de defesa da planta para extrair água de um volume maior de solo.

Como relatado no Experimento I (Fase I) as raízes das plantas de coqueiro podem ter sido mais afetadas que a parte aérea, devido ao acentuado efeito tóxico a que estavam expostas.

- **Fitomassa total**

Registrou-se efeito significativo ($p < 0,01$) da salinidade da água de irrigação sobre a fitomassa total (FT) com redução linear em função do incremento unitário da CEa nas duas avaliações realizadas (Tabela 17 e Figura 14 - D, E). Verificou-se, também, intensificação dos efeitos da salinidade com o tempo, com decréscimos de 2,97 e 3,64% por incremento unitário da salinidade, em relação a T_1 , aos 70 e 120 DAP, respectivamente.

Apesar das plantas irrigadas com águas salinas terem o crescimento reduzido em relação ao controle, houve considerável ganho de fitomassa nas mudas irrigadas com água de até 10 dS m^{-1} , nos primeiros 120 DAP. Possivelmente, o crescimento de mudas de coqueiro Anão em ambientes salinos ocorreu devido à capacidade de ajustamento osmótico e à influência do endosperma; entretanto, segundo Foale (1968) durante os primeiros 120 dias após o transplântio

para o viveiro, a influência do endosperma no crescimento das plantas diminui consideravelmente, pois enquanto na época do transplântio as perdas de matéria seca do endosperma correspondem a um ganho de, aproximadamente, 80% em fitomassa da planta, aos 120 dias essa contribuição corresponde a apenas 30%.

Durante a formação das mudas, o coqueiro Anão verde apresentou comportamento semelhante ao da maioria das monocotiledôneas tolerantes aos sais que se desenvolvem melhor sob salinidade abaixo de 5 dS m^{-1} , mas apresentam taxa de decremento, devido ao aumento da salinidade, bem menor que a maioria das culturas cultivadas (O' Leary, 1995). No presente trabalho observou-se, aos 120 DAP, início da redução da FT nas plantas de T_2 (5 dS m^{-1}) e a taxa de declínio em função do incremento unitário da salinidade foi igual a 3,64%. Em tâmara (*Phoenix dactylifera* L.) e trigo (*Triticum aestivum*) (monocotiledôneas tolerantes aos sais) os valores de salinidade limiar são, respectivamente, 4,0 e 6,0 dS m^{-1} , e as taxas de declínio da produção por incremento unitário da CEes de 3,6 e 5,0%, respectivamente (Maas & Grattan, 1999; Rhoades *et al.*, 2000).

Comparando-se a FT das mudas ao final do Experimento I (Fase II) com a FT ao final Experimento II (Fase I) nota-se que os decréscimos percentuais por incremento unitário da salinidade em relação ao controle, foram praticamente iguais (respectivamente, 3,22 e 3,64%) ocasionando, em termos práticos, reduções toleráveis nas plantas irrigadas com águas de até 10 dS m^{-1} (T_3). Fica evidente que, no caso de escassez de água de boa qualidade, tem-se a possibilidade do uso de águas salinas, alternada com água de baixa salinidade, tanto na fase de germinação e crescimento inicial como durante a fase de crescimento das mudas de coqueiro no viveiro. Essa estratégia tem sido usada com sucesso em várias culturas agrícolas (Shannon, 1997).

4.2.1.4 Número de folhas e área foliar

O número de folhas vivas (NF) e a área foliar (AF) foram significativamente prejudicados pela salinidade da água de irrigação ($p < 0,01$) sendo constatada redução linear com decréscimo de 2,4% por incremento unitário da salinidade para o NF (Figura 14 – F); na AF, o modelo que melhor representa os efeitos da salinidade é o LRP, sendo que os valores de AF de T_4 e T_5 formam um platô (Tabela 17, Figura 14 – G). Ao final do experimento, os números de folhas desenvolvidas pelas plantas nos tratamentos de T_2 , T_3 , T_4 e T_5 correspondiam, respectivamente, a 90,9, 80,8, 66,1 e 57,8%, e a área foliar equivalia a 91,4, 65,5, 28,9 e 29,9%, em relação ao controle (T_1).

O crescimento das folhas foi expressivamente reduzido pela $CEa \geq 15 \text{ dSm}^{-1}$, e praticamente não houve diferenças entre os resultados da AF em T_4 e T_5 ; este fato sugere que a formação das folhas das mudas, nos níveis de maior CEa (T_4 , T_5) se deve principalmente à transferência de reservas do endosperma para os tecidos em formação. Na Figura 15 é possível visualizar a parte aérea e raiz das mudas aos 120 DAP.

A redução da AF com aumento da salinidade se deve provavelmente a mecanismo fisiológico de ajustamento osmótico; de acordo Läubli & Epstein (1990), Araújo (1994) e Souza (1995) a redução da área foliar das plantas em ambientes salinos decorre da diminuição do volume das células, reduzindo o potencial osmótico. Os autores afirmam que a redução da área foliar e da fotossíntese contribui, em parte, para a adaptação da cultura à salinidade.

Para Läubli & Epstein (1990) a redução da área foliar pode aumentar indiretamente a concentração total de solutos na folha, a qual contribui para o ajustamento osmótico, a menos que os solutos alcancem níveis tóxicos em compartimentos específicos na folha.

Tabela 17: Resumos de ANOVA e análise de regressão para fitomassa raiz (FR), parte aérea (FPA) e total (FT) das mudas de coqueiro aos 70 e 120 dias após plantio (DAP), número de folhas (NF), área foliar (AF) aos 120 DAP e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	FR		FPA		FT		NF	AF
		70	120	70	120	70	120	120	120
DAP									
Quadrado Médio									
Salinidade	4	6,56 ^{ns}	27,54**	42,3**	318,06**	62,08**	514,37**	3,56**	3849911,1**
Regr. Pol. Lin.	1	10,1 ^{ns}	33,36**	32,34**	119,2**	235,1**	2035**	14,16**	14374808,9**
LRP	1	-	-	-	-	-	-	-	10372366,3**
Desv. Reg.	2	1,42 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,30 ^{ns}	3,35 ^{ns}	0,03 ^{ns}	353541,1 ^{ns}
Resíduo		5,33	2,85	4,97	10,46	12,07	19,7	0,247	108.448,20
Resíduo LRP		-	-	-	-	-	-	-	131267,03
CV (%)		87,64	38,11	19,20	12,57	25,79	14,71	11,40	17,72
Média									
CEa (dS m^{-1})		-----g-----						NF	cm^2
2,2		2,88	8,49	16,22	35,41	18,6	42,9	5,45	2946,0
5,0		5,06	5,22	13,09	33,07	16,4	38,6	4,95	2686,7
10,0		1,93	3,70	11,41	26,85	12,4	30,8	4,40	1929,6
15,0		1,22	3,25	9,62	18,18	10,5	23,1	3,65	849,8
20,0		2,09	1,52	7,75	15,14	9,3	15,3	3,15	878,8

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

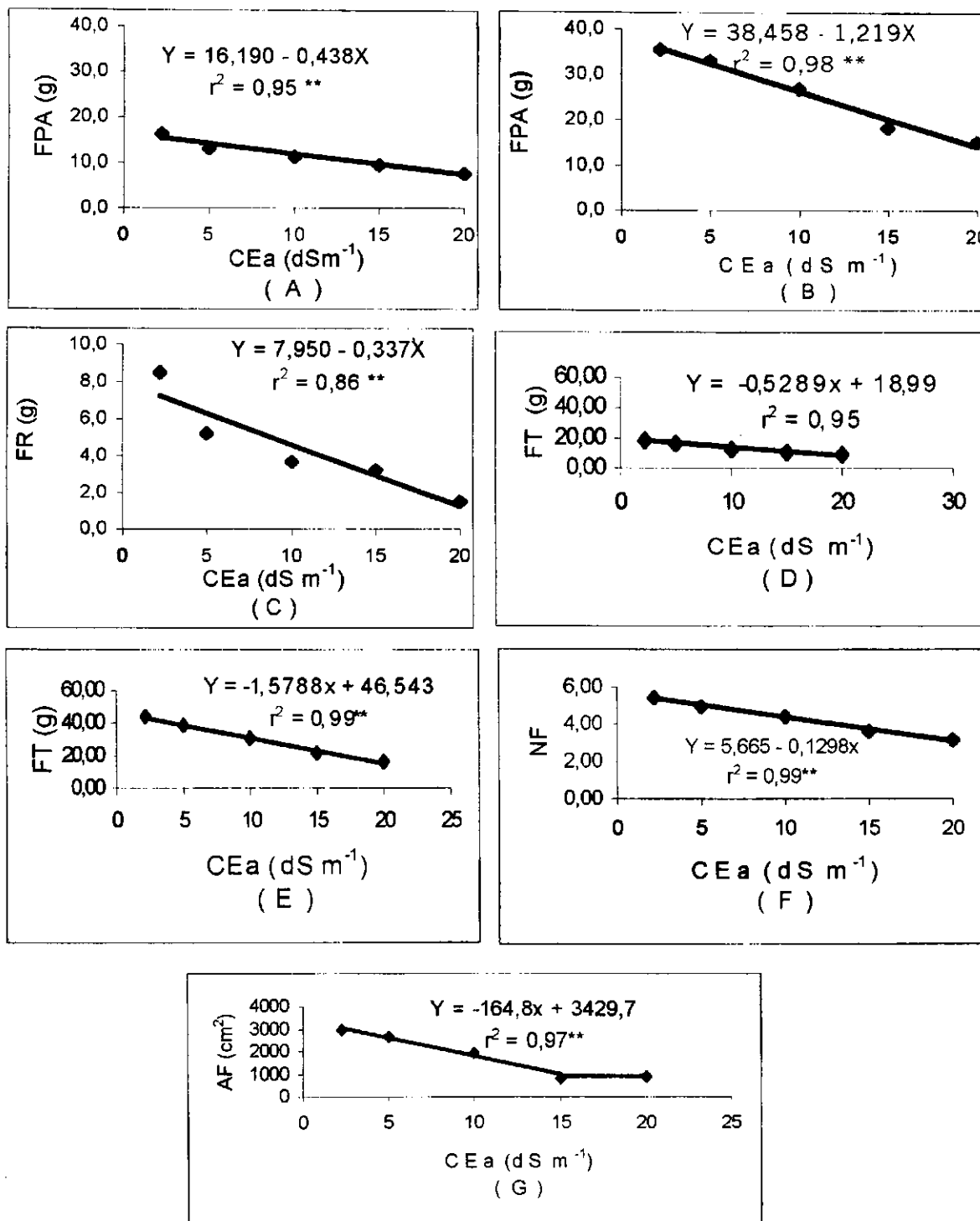


Figura 14: Fitomassa da parte aérea (FPA) (A e B), respectivamente, aos 70 e 120 dias após plantio (DAP), fitomassa da raiz (C) aos 70 DAP, fitomassa total (FT) aos 70 e 120 DAP (D e E), número de folhas (NF) (F) e área foliar (AF) (G) aos 120 DAP, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

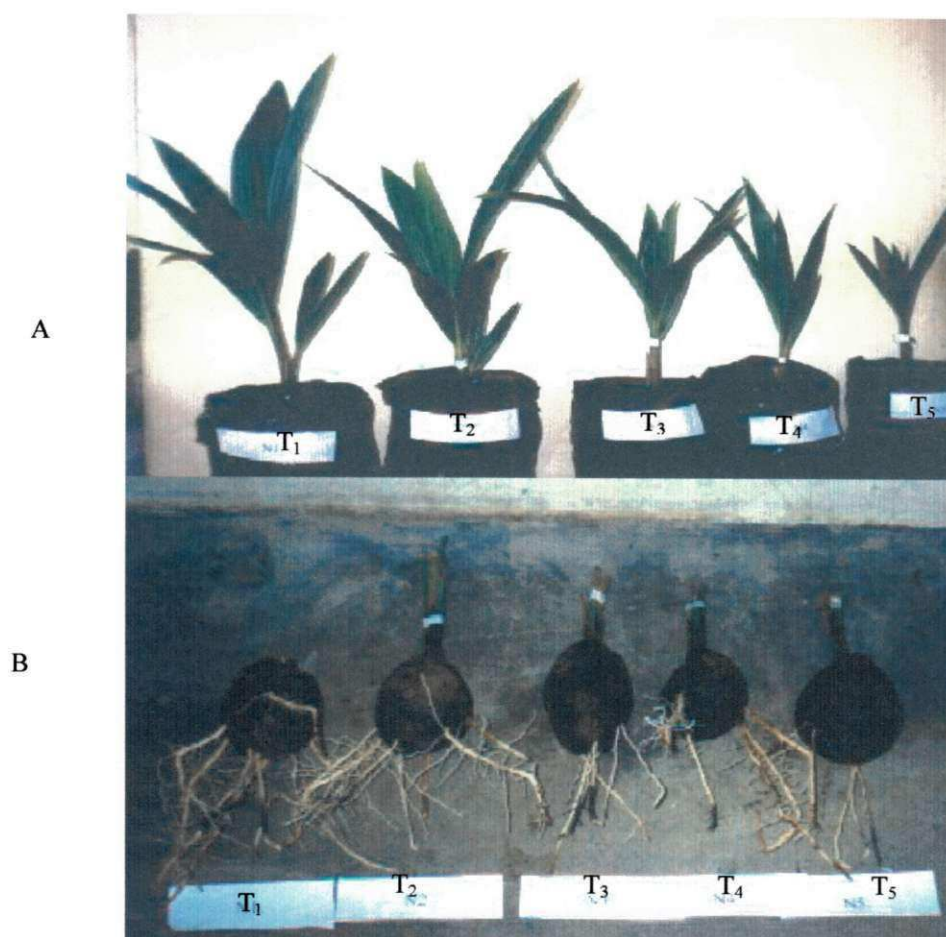


Figura 15: Visão do crescimento das mudas em função da salinidade da água de irrigação (CEa) aos 120 dias após plantio, destacando-se em A a parte aérea e em B o sistema radicular (T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅ correspondente, respectivamente, a CEa de 2,2, 5,0, 10,0, 15,0, e 20,0 dS m⁻¹)

4.2.1.5 Relações hídricas

- **Evapotranspiração e Fração de lixiviação**

Como no Experimento I (Fase I) a evapotranspiração (ET_c) e a fração de lixiviação (FL) não foram afetadas significativamente pela salinidade da água de irrigação (Tabela 18); contudo, observam-se na Figura 16, tendências decrescentes dos valores de ET_c e crescentes de FL com incremento da salinidade ($p \leq 0,05$) a partir da CEa de 9,89 e 9,88 dS m⁻¹, respectivamente, representados pelo modelo Linear Responde Plateau (LRP). Os valores de

ETc e de FL em T₅, durante o período experimental foram, respectivamente, 9,05% menor e 15,38% maior que em T₁.

Verificou-se FL média próxima a 0,4 com fator de concentração de sais no solo, em relação a CEa, estimado de 0,9 (Ayers & Westcot, 1991); assim, a CEes (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo) nos tratamentos T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅ seria, aproximadamente, de 1,98, 4,5, 9,0, 13,5 e 18,0 dS m⁻¹.

De acordo com Ferreira (1988) o processo de absorção de água pela planta é realizado através de constituintes do protoplasma e da parede celular nas raízes, especialmente aqueles de dimensões macromoleculares (polipeptídios, proteínas, polissacarídeos etc), podendo ser considerado um tipo especial de difusão, já que o movimento da água se processa no sentido do gradiente de potencial (solo-raiz-caule-folhas-atmosfera). Com o aumento da CEa ocorre redução do potencial osmótico do solo, resultando na diminuição da absorção de água pelas plantas, o que se reflete na queda da ETc e aumento da FL, fato verificado nesse experimento apenas nos dois níveis mais elevados de salinidade, o que indica que o coqueiro, durante esta fase, tem capacidade de ajustamento osmótico e conseqüente absorção de água, mesmo em condições de elevada salinidade (CEa = 10 dS m⁻¹).

- **Teor de umidade nas folhas**

Observa-se, na Tabela 18, efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre a percentagem de umidade nas folhas (UF). Na Figura 16, nota-se redução linear no percentual de umidade das folhas, devido ao incremento da salinidade ($p \leq 0,01$), com decréscimo de 0,60% por incremento unitário da CEa em relação ao início do declínio (5,47 dS m⁻¹) representados pelo modelo LRP. No final do experimento, a percentagem de umidade nas folhas nas plantas de T₁ e T₅ correspondia a 76,01 e a 70,29%, respectivamente.

Observando-se os dados de evapotranspiração e teor de umidade das folhas nota-se que as reduções percentuais ocorreram apenas a partir de T₃, indicando que, provavelmente, não havia sérios impedimentos no processo de absorção de água nas mudas de coqueiro, quando irrigadas com águas de até 5 dS m⁻¹ (T₂).

Tabela 18: Resumos de ANOVA e análise de regressão para teor de umidade das folhas (UF) aos 120 dias após plantio, evapotranspiração da cultura (ETc) e fração de lixiviação (FL) durante o período experimental e médias observadas dessas variáveis em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	UF	ETc	FL
Salinidade	4	32,23**	0,91 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Regr. Pol. Linear	1	116,59**	2,50*	0,08*
LRP	1	107,6**	1693,6*	0,0061*
Desv. Reg.	2	5,14 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo		6,55	0,413	0,012
Resíduo LRP		7,79	586,4	0,0011
CV (%)		3,45	6,15	8,12
CEa (dS m ⁻¹)			Média	
		%	mm dia ⁻¹	FL
2,2		76,01	3,35	0,412
5,0		77,42	3,44	0,395
10,0		74,17	3,37	0,405
15,0		72,36	3,29	0,422
20,0		70,29	3,05	0,465

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

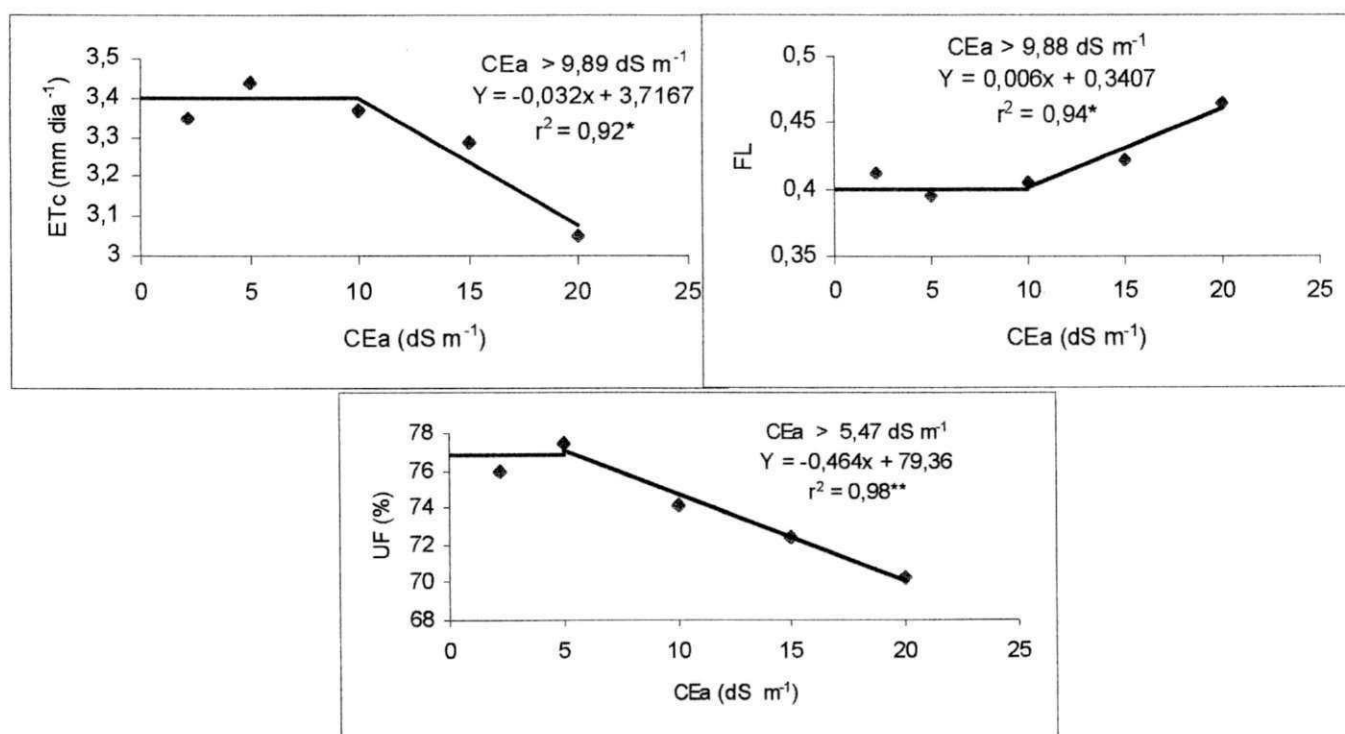


Figura 16: Evapotranspiração da cultura (ETc) e fração de lixiviação (FL) durante o período experimental e teor de umidade das folhas (UF) aos 120 dias após plantio, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

4.2.2 Fase II – Efeito do estresse salino durante a fase de formação de mudas no viveiro, sobre o crescimento de plantas no campo

4.2.2.1 Sobrevivência de plantas

Os diferentes níveis de salinidade da água de irrigação utilizados durante a fase de viveiro, não influenciaram significativamente nos níveis de sobrevivência de plantas (SP) no campo (irrigadas com água de salinidade de 2,2 dS m⁻¹) até o 16º mês após plantio. Contudo, diferente do observado nos Experimentos I (Fase I e II) e II (Fase I) houve mortes de plantas em todos os tratamentos (Tabela 19) devido à podridão seca do coqueiro; o aparecimento dessa doença foi favorecido, provavelmente, pela elevação do lençol freático na área de plantio durante o período chuvoso (item 3.3.2.2) pois se verificou que nas áreas mais encharcadas (o terreno era irregular) houve maior incidência de mortes de plantas. A causa da mortalidade das plantas não teve influência do fator salinidade, pois a maior incidência de plantas mortas foi verificada nos tratamentos de menor salinidade.

De acordo com Warwick (1997) elevada umidade no solo favorece o aparecimento dessa doença, cujo agente causal é desconhecido; segundo Passos (1997b) as condições de alagamento do solo podem causar danos ao coqueiro, provocando falta de aeração e aparecimento de problemas fitopatológicos; em condições de alta umidade no solo, o coqueiro desenvolve raízes adventícias a partir de anéis do estipe e, nestas, desenvolvem-se pneumatóforos, que têm importante papel nas trocas gasosas (Alves & Dematt, 1987).

4.2.2.2 Crescimento de plantas

- **Comprimento de plantas**

Constatou-se efeito significativo ($p \leq 0,01$) da salinidade da água de irrigação aplicada no viveiro sobre o comprimento de plantas (CP) no campo em todas as avaliações realizadas (Tabela 19).

O incremento da CEa aplicada no viveiro proporcionou decréscimo linear no CP no campo nas avaliações realizadas nos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º e 10º meses após plantio – MAP (Figura 17 – A, B, C, D, E, F, G). No 16º MAP, o modelo LRP representa os efeitos do estresse salino no viveiro sobre o CP no campo, sendo que os valores de T_1 e T_2 formam um platô (Figura 17 - H). Houve redução nos valores médios observados na ordem de 4,76, 11,69, 26,52 e 32,90% em T_2 , T_3 , T_4 e T_5 , em relação a T_1 , no primeiro MAP; no 10º MAP esses valores foram de 3,18, 7,28, 24,12 e 39,15% e, no 16º, MAP de 0,0; 2,89; 18,36 e 45,10%, respectivamente.

Os decréscimos foram menores com o passar do tempo em todos os tratamentos, com exceção de T_5 porém, comparativamente aos dados do Experimento I (Fase II), as reduções aconteceram de forma menos expressivas; os efeitos do estresse salino na fase de formação de mudas no viveiro foram sendo superados, mas de forma lenta.

Além disso, observa-se na Tabela 19 que, diferentemente do Experimento I (Fase II) houve diferença significativa na velocidade de crescimento em comprimento das plantas (VCP); as plantas cresciam numa velocidade de 0,22; 0,22; 0,23; 0,20 e 0,10 cm dia^{-1} em T_1 , T_2 , T_3 , T_4 e T_5 , respectivamente. Esses valores correspondem a aproximadamente 50% dos valores observados no Experimento I (Fase II), devido provavelmente à condição de alagamento e/ou à condição de salinidade/sodicidade do solo sob as quais as plantas foram expostas durante o experimento (item 3.5).

Na Figura 18 é possível se visualizar a altura das plantas, aos 16 MAP, em função da CEa aplicada durante a fase de formação de mudas no viveiro.

Os efeitos negativos da salinidade da água de irrigação (até 15 dS m^{-1}) aplicada durante a fase de formação de mudas no viveiro, não causaram traumas irreversíveis nas plantas, porém se observa na Figura 17 (I) e através do modelo LRP, significativa redução na velocidade de crescimento das plantas em T_4 e T_5 em relação aos demais tratamentos, em virtude, provavelmente, da redução no vigor das mudas submetidas a esse nível de salinidade.

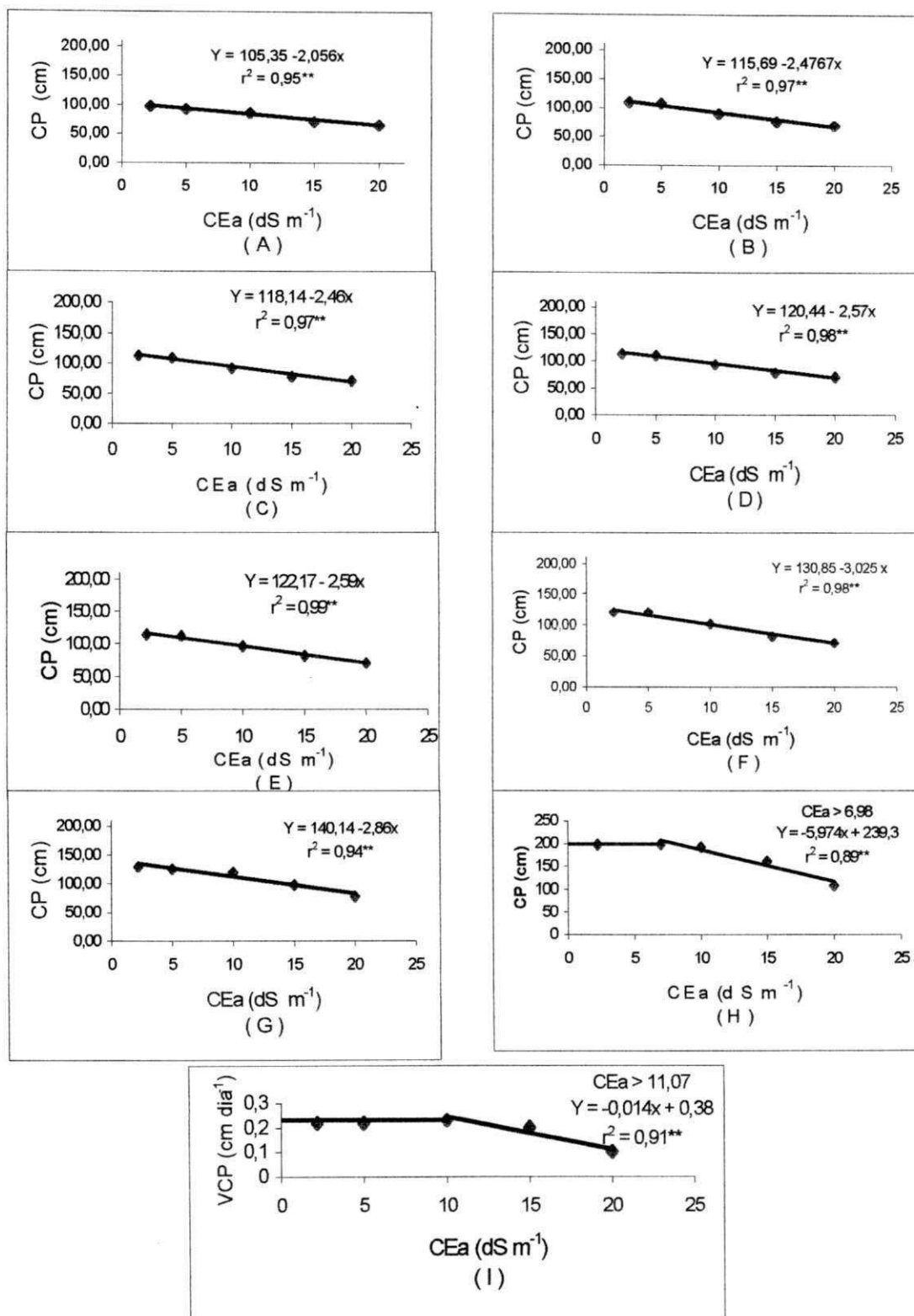


Figura 17: Comprimento de plantas (CP) nos 1º (A), 2º (B), 3º (C), 4º (D), 5º (E), 6º (F), 10º (G) e 16º (H) meses após plantio no campo (MAP) e velocidade de crescimento em comprimento de plantas (VCP) dos 0 ao 16º MAP (I), em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro

^a CP no tempo zero correspondia a 91,6, 92,6, 81,10, 65,0 e 60,3 cm, respectivamente para T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅

Tabela 19: Resumos de ANOVA e análise de regressão para sobrevivência (SP) e comprimento de plantas (CP) nos 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 10° e 16° meses após plantio no campo (MAP) e velocidade de crescimento em comprimento das plantas (VCP) do coqueiro dos 0^a ao 16° MAP e médias observadas dessas variáveis, em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro

Fator	SP	Comprimento das plantas (CP)								VCP	
		1° MAP	2° MAP	3° MAP	4° MAP	5° DAP	6° MAP	10° MAP	16° MAP	0-16° MAP	
GL		Quadrado Médio									
Salinidade	4	83,2 ^{ns}	931,3**	1324,1**	1307,2**	1410,6**	1421,8**	1968,5**	1825,4**	5879,3**	0,1*
Regr. Pol. Lin.	1	262,8 ^{ns}	3545,8**	5150,2**	5084,8**	5532,5**	5619,8**	7680,5**	6863,9**	19751,1**	0,3**
LRP	1	-	-	-	-	-	-	-	-	17567,6**	0,036**
Desv. Reg.	2	29,9 ^{ns}	88,3 ^{ns}	60,8 ^{ns}	51,6 ^{ns}	53,3*	32,4 ^{ns}	94,5 ^{ns}	86,5 ^{ns}	120,0 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo		332,6	14,55	20,75	17,39	13,59	15,49	90,84	137,25	666,59	0,028
Resíduo LRP		-	-	-	-	-	-	-	-	757,2	0,03
CV (%)		21,04	4,55	5,07	4,50	3,94	4,14	9,60	10,62	15,07	27,39
CEa (dS m ⁻¹)			Média								
		%	cm								cm dia ⁻¹
2,2		83,35	97,25	108,87	111,91	113,04	114,30	120,08	129,37	197,2	0,22
5,0		83,35	92,62	107,16	109,25	111,00	112,25	120,18	125,25	198,2	0,22
10,0		83,35	85,88	89,25	91,67	94,37	96,46	102,17	119,95	191,5	0,23
15,0		91,67	71,46	75,25	77,79	78,79	81,83	82,00	98,17	161,0	0,20
20,0		91,67	65,25	67,67	71,79	72,00	72,53	73,03	78,71	108,3	0,10

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

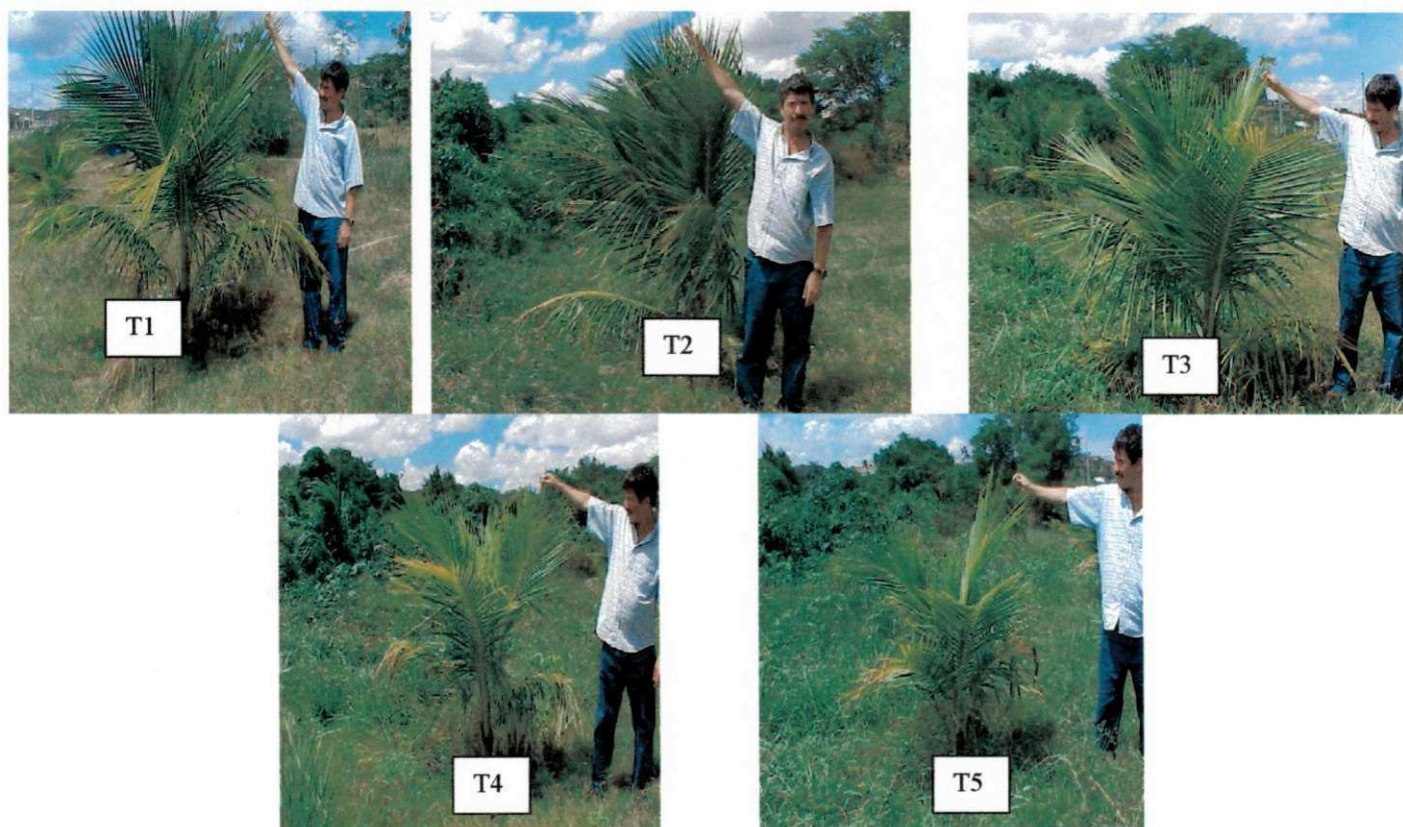


Figura 18: Visualização de plantas no 16° mês após plantio no campo, em função dos diferentes níveis de salinidade a que foram submetidas as mudas no viveiro (T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅, respectivamente, equivalente a CEa = 2,2, 5,0, 10,0, 15,0 e 20,0 dS m⁻¹)

• **Diâmetro de coleteo**

Verificou-se efeito significativo da salinidade ($p \leq 0,01$) da água de irrigação utilizada na fase inicial sobre diâmetro de coleteo (DC) em todas as avaliações realizadas (Tabela 20); mesmo após 16 meses de irrigação com água de baixa salinidade, ainda havia diferença significativa no DC das plantas no campo. Nos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 10º e 16º MAP, o incremento unitário da CEa ocasionou decréscimos de 2,01, 2,72, 2,51, 2,46, 2,56, 2,27, 2,24 e 2,87%, respectivamente, no diâmetro de coleteo em relação ao T₁ (Figura 19). No início do ensaio (1º mês) as reduções percentuais em relação ao T₁ do DC em T₂, T₃, T₄ e T₅ foram, respectivamente, de 5,69, 15,76, 25,88 e 35,98%, enquanto, no 16º MAP foram de 8,05; 22,43; 36,79 e 51,17%; havendo, assim, aumento nos decréscimos com o passar do tempo, apesar das plantas serem irrigadas com CEa de 2,2 dS m⁻¹.

Observa-se, também, na Tabela 20, diferença significativa na velocidade de crescimento em diâmetro de coleteo (VCC) cujos valores médios foram na ordem de 0,25; 0,21; 0,19; 0,15 e 0,10 mm.dia⁻¹ em T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅; fato que demonstra que o estresse salino no viveiro provocou aumento do tempo necessário para a formação do estipe do coqueiro.

Tabela 20: Resumos de ANAVA e análise de regressão para diâmetro de coleteo de plantas no campo (DC) nos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 10º e 16º meses após plantio no campo (MAP) e velocidade de crescimento de coleteo em diâmetro (VCC) do coqueiro dos 0 aos 16º MAP e médias observadas dessas variáveis, em função de diferentes níveis de salinidade de água (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro

Fator	Diâmetro de coleteo									VCC 0-16º
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	10º	16º		
Mês após plantio										
GL	Quadrado Médio									
Salinidade	4	131,8**	437,4**	435,4**	553,4**	751,7**	613,8**	1071,9**	3946,2**	0,135**
Regr. Pol. Lin.	1	516,5**	1718,1**	1732,1**	2184,1**	2972,0**	2385,0**	4245,9**	15531,9**	0,522**
Reg. Pol Quad	1	2,9 ^{ns}	25,5 ^{ns}	6,8 ^{ns}	2,8 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,6 ^{ns}	4,4 ^{ns}	9,7 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Desv. Reg.	2	3,9 ^{ns}	3,0 ^{ns}	1,3 ^{ns}	13,4 ^{ns}	17,3 ^{ns}	33,7 ^{ns}	19,7 ^{ns}	119,1 ^{ns}	0,009 ^{ns}
Resíduo		3,71	6,90	13,11	16,59	28,41	32,44	218,75	361,04	0,015
CV (%)		5,95	6,43	7,93	7,77	9,21	9,41	18,08	16,64	21,71
CEa (dS m ⁻¹)	Média									
	mm									mm dia ⁻¹
2,2	38,76	53,60	58,15	64,89	72,23	73,63	101,31	152,39	0,25	
5,0	37,13	48,62	53,17	63,19	70,39	72,29	91,65	131,44	0,21	
10,0	32,71	40,67	46,08	51,75	57,27	58,23	83,62	119,96	0,19	
15,0	27,49	32,46	39,08	44,39	49,48	53,85	73,08	94,58	0,15	
20,0	25,71	28,86	32,79	37,69	40,04	44,58	59,17	73,07	0,10	

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

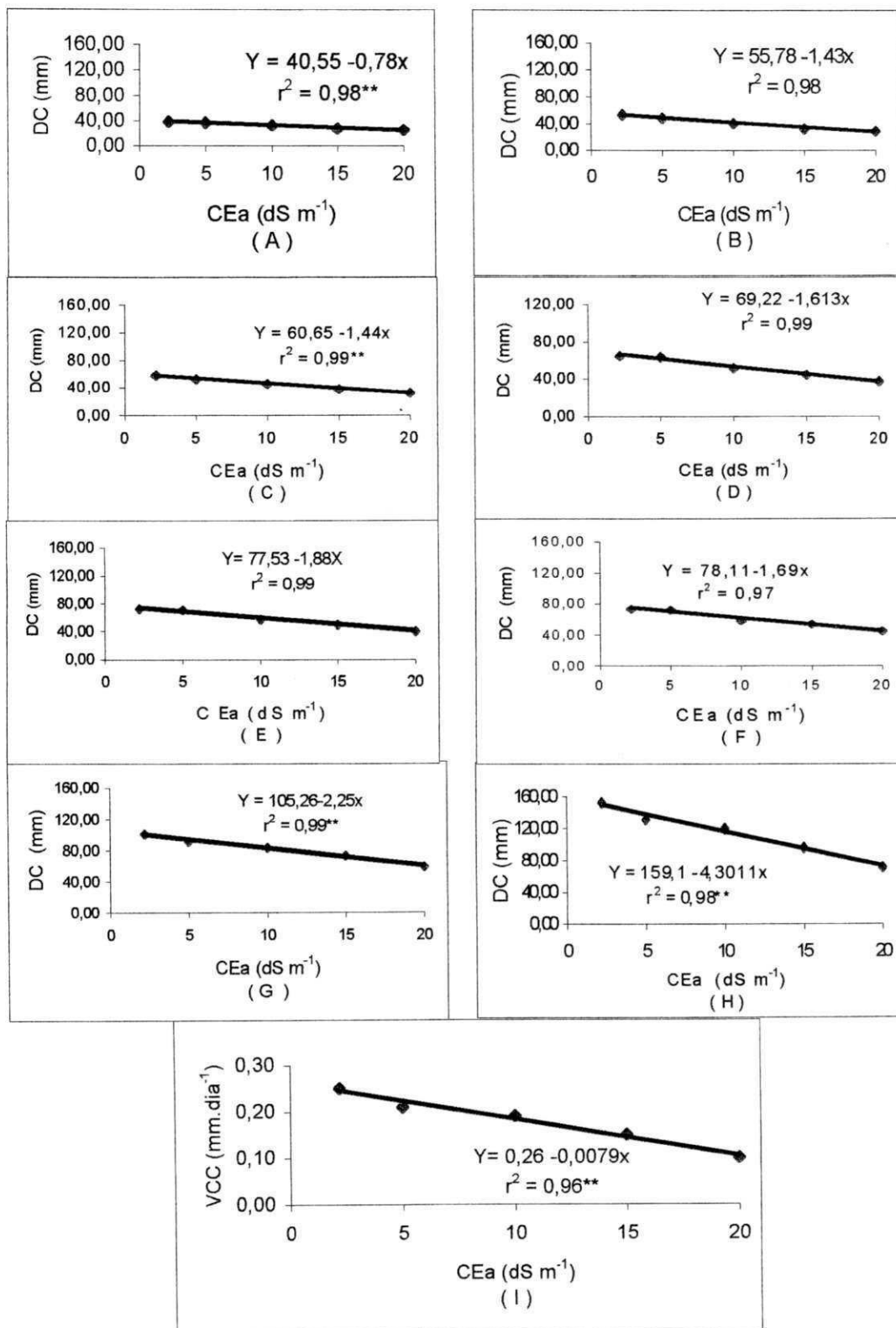


Figura 19: Diâmetro de coleto (DC) nos 1º (A), 2º (B), 3º (C), 4º (D), 5º (E), 6º (F), 10º (G), 16º (H) meses após plantio no campo (MAP) e velocidade de crescimento do coleto (VCC) dos 0 aos 16º MAP (I) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro

Segundo Rhoades *et al.* (2000) o excesso de salinidade na zona radicular tem, geralmente, efeito deletério no crescimento das plantas, em termos de redução nas taxas de transpiração e de crescimento (incluindo-se expansão celular, síntese de metabólicos e componentes estruturais); tais danos podem causar efeitos reflexivos nas plantas, mesmo após superado o estresse salino. É importante ressaltar que as condições do solo utilizado neste experimento (item 3.3.2.2), agravaram, provavelmente, os efeitos nocivos da salinidade da água de irrigação aplicada no viveiro sobre as plantas no campo.

- **Número de folhas**

Observa-se, na Tabela 21, efeito significativo da salinidade sobre o número de folhas vivas (NF) nas três avaliações realizadas. Na Figura 20 verifica-se que a irrigação com água salina durante a fase de viveiro, acarretou redução linear significativa ($p \leq 0,01$) no número de folhas das plantas no campo, em todas as avaliações; entretanto, os efeitos da salinidade sobre a emissão de folhas foram sendo superados, de modo que no 16º MAP o decremento do NF devido ao aumento unitário da CEa, era de 1,19%, em relação a T₁, enquanto no 1º MAP esse valor era de 2,53% .

As plantas sofreram estresse em razão do alagamento e das condições salino/sódicas do solo, provocando atraso no processo de crescimento, principalmente em T₄ e T₅, agravando os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação a que ficaram submetidas as mudas no viveiro, interferindo nos resultados deste experimento. Apesar disso, pode-se inferir que o uso de águas salinas (pelo menos até 10 dS m⁻¹) durante o processo de formação de mudas no viveiro é viável, causando apenas pequenos prejuízos para crescimento posterior do coqueiro. Apesar do estado de degradação da área experimental, as reduções percentuais médias observadas de comprimento, diâmetro de coleto e número de folhas das plantas no tratamento T₃, ao final do 16º MAP, foram de apenas 2,91; 22,4 e 9,2%, em relação a T₁.

Tabela 21: Resumos de ANOVA e análise de regressão para número de folhas do coqueiro nos 1º, 10º e 16º meses após plantio no campo e médias observadas dessa variável, em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro

Fator	Número de folhas			
		1º	10º	16º
		mês após plantio		
	GL	Quadrado Médio		
Salinidade	4	4,0**	1,9**	4,9**
Regr. Pol. Linear	1	14,7**	5,7**	16,0**
Desv. Reg.	2	0,6*	0,2 ^{ns}	1,6 ^{ns}
Resíduo		0,129	0,271	1,117
CV (%)		0,57	7,25	10,12
CEa (dS m ⁻¹)		Média		
2,2		5,0	7,25	12,12
5,0		5,25	7,50	10,54
10,0		4,25	7,50	10,33
15,0		3,32	7,21	10,16
20,0		3,0	6,01	9,04

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

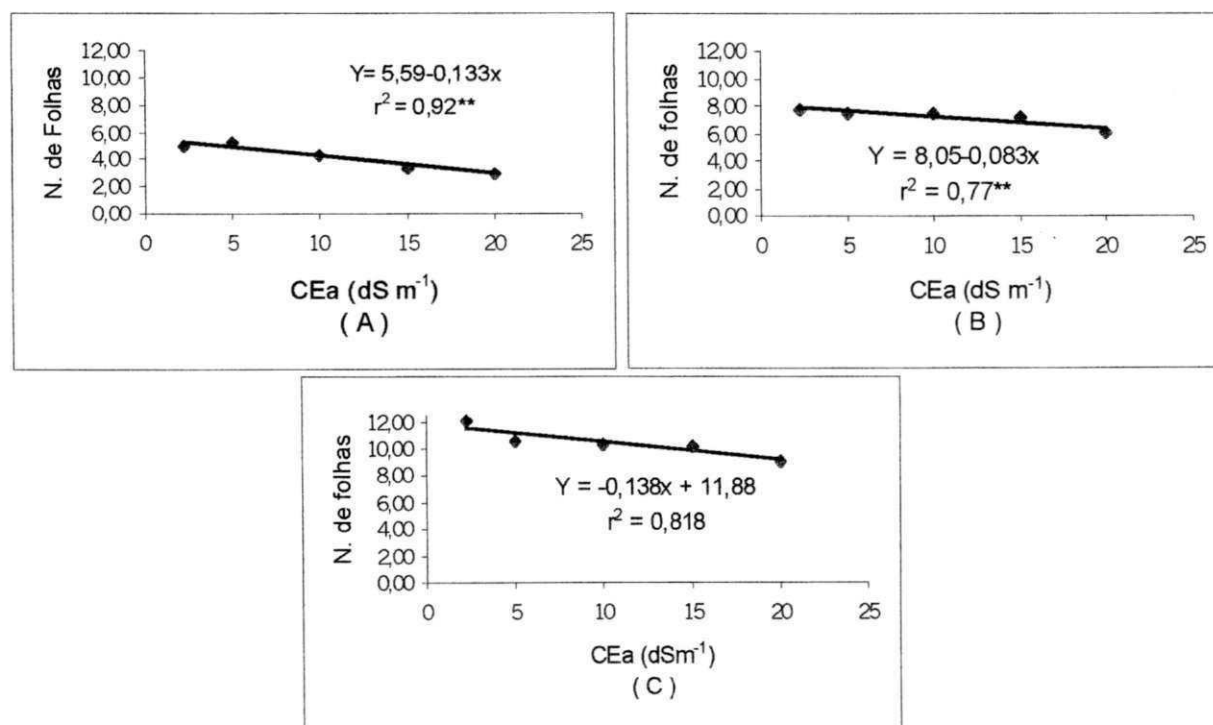


Figura 20: Número médio de folhas do coqueiro, nos 1º (A), 10º (B) e 16º (C) meses após plantio (DAP) no campo, em função da salinidade da água de irrigação (CEa) a que foram submetidas as mudas no viveiro

4.3 Experimento III – Efeito da irrigação com águas de elevada salinidade sobre o coqueiro durante a fase de produção

4.3.1 Crescimento vegetativo da cultura do coqueiro

4.3.1.1 Número de folhas vivas, folhas emitidas e mortas

A salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo ($p \leq 0,01$) sobre o número de folhas (NF) nos dois anos de avaliação (Tabela 22). Na Figura 21 (A, B) verifica-se redução linear do NF em função do incremento CEa nos dois períodos avaliados; os efeitos da CEa sobre essa variável foram menores no primeiro ano em relação ao ano II, com decréscimos de 0,80 e 1,66%, respectivamente, por incremento unitário da CEa em relação a T_1 .

O número de folhas emitidas (NFE) foi afetado, também, de forma significativa ($p \leq 0,01$) pela salinidade da água de irrigação nos primeiro e segundo anos de observação (Tabela 22), mas o efeito foi maior no primeiro ano, com redução nos anos I e II de 1,45 e 1,22% por incremento unitário da CEa relativo a T_1 (Figura 21- C, D).

O NFE foi, respectivamente, em T_1 e T_4 igual a 1,34 e 1,04 no ano I e de 1,49 e 1,19 no ano II (Tabela 22). Esses valores estão compatíveis com os apresentados por Miranda *et al.* (1999) que observaram, no coqueiro Anão irrigado com 2 a 3 anos de idade, ritmo de emissão foliar de 1,37 folhas por planta/mês.

De acordo com Passos (1997b) a diminuição do número de folhas ocorre devido ao aumento no intervalo de emissão foliar e à menor duração da folha. Para Frédmond *et al.* (1975) a redução do número de folhas do coqueiro sob condições ambientais desfavoráveis, é causada sobretudo pelo aumento no intervalo de emissão foliar. Neste trabalho, a salinidade da água de irrigação ocasionou redução do número de folhas devido, principalmente, à desaceleração no ritmo de emissão foliar.

O número de folhas mortas (NFM) foi afetado pela salinidade da água de irrigação apenas no ano I, com acréscimos de 13,27% por incremento unitário da

salinidade da água de irrigação em relação ao início dos acréscimos, representados pelo modelo LRP (Figura 21 - E)

Pode-se inferir, também, que o maior decréscimo do NF no ano II em relação ao ano I, ocorreu em razão do efeito cumulativo do número de folhas emitidas sobre o número de folhas das plantas, já que não houve diferença significativa no número de folhas mortas no ano II e os decréscimos do NFE foram menores no ano II em relação ao ano I.

A diminuição do número de folhas verificada ao final do ano II em relação ao final do ano I, observada em todos os tratamentos (inclusive em T₁) deve-se, provavelmente, ao maior número médio de folhas mortas ocorridas no ano II em relação ao ano I, pois o número de folhas emitidas foi maior no ano II em relação ao ano I.

Ainda quanto ao número de folhas no final do ano II, observa-se que as médias do controle (T₁) estão próximas a valores considerados ideais por FAO (1984) isto é, aproximadamente 30 folhas, quando um coqueiro Gigante saudável está com 6 a 10 anos.

Segundo Silva Jr. (1994) o coqueiro irrigado com água salina apresenta, como consequência para reduzir o estresse hídrico, redução da área foliar e fechamento dos estômatos. Marinho *et al.* (2000) verificaram reduções de área foliar em relação ao controle, de 8,6, 34,5, 71,1 e 71,1%, em plantas jovens (120 dias pós-plantio) de coqueiro Anão irrigado com águas de 5,0, 10,0, 15,0 e 20,0 dS m⁻¹, respectivamente, sendo esta variável a mais afetada pela salinidade da água de irrigação. Assim, mesmo se admitindo que, nesse experimento, os decréscimos do número total de folha em função do incremento unitário da CEa (base em T₁) tenham sido baixos (0,80 e 1,6%), é possível que o aumento da salinidade da água de irrigação tenha provocado expressiva perda da área foliar das plantas.

Para Marschner (1995) a redução da área foliar provocada pelo estresse salino, ocorre devido à queda da transpiração e absorção de CO₂ durante o dia. O autor relata também que baixa taxa na fixação de CO₂ durante o dia é causada por déficit hídrico, fechamento dos estômatos, baixo turgor no mesófilo foliar, acúmulo de sais no apoplasto ou toxicidade direta dos íons.

Tabela 22: Resumos de ANOVA e análise de regressão para número de folhas (NF) em dezembro de 2000 (ano I) e dezembro de 2001 (ano II), número médio de folhas emitidas (NFE) e mortas por planta mês (NFM) nos anos I e II e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	NF		NFE		NFM	
		ano I	ano II	ano I	ano II	ano I	ano II
		Quadrado Médio					
Salinidade	3	18,486**	39,99**	0,092**	0,065**	3,819*	0,009 ^{ns}
Regr. Pol. Linear	1	43,134**	114,19**	0,272**	0,169**	9,106*	0,019 ^{ns}
Desv. Reg.	1	1,517 ^{ns}	3,857 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,023*	0,067 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Resíduo		1,58	0,95	0,003	0,004	1,12	0,015
CV (%)		4,96	4,22	4,27	5,04	32,86	6,89
CEa (dS m ⁻¹)		Média					
0,1		26,55	26,05	1,34	1,49	0,54	1,63
5,0		26,70	23,80	1,22	1,32	0,5	1,71
10,0		25,65	22,82	1,16	1,32	0,65	1,70
15,0		22,55	19,26	1,04	1,19	0,89	1,72

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

4.3.1.2 Intervalo entre floração

A análise de variância para o intervalo entre floração (IEF) a partir da emissão da quarta inflorescência, está resumida na Tabela 23. O efeito significativo da CEa ($p \leq 0,05$) sobre o IEF ocorreu, inicialmente, entre a sétima e a oitava inflorescência (IEF 7-8); registrou-se, também, efeito significativo da CEa ($p \leq 0,01$) nos intervalos IEF 8-9, IEF 9-10, IEF 11-12, IEF 14-15 e IEF 15-16. Nos três primeiros intervalos (IEF 4-5; IEF 5-6 e IEF 6-7) e nos intervalos IEF 10-11, IEF 12-13, IEF 13-14, IEF 16-17, IEF 17-18, IEF 18-19 e IEF 19-20 o efeito significativo não foi significativo.

Os resultados também foram interpretados agrupando-os em três intervalos de floração subseqüentes. Constatou-se efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre o intervalo entre floração em todos os grupos avaliados, excetuando-se o primeiro (IEF 4-7). Foram revelados efeitos significativos nos intervalos IEF 7-10, IEF 10-13, IEF 13-16 e IEF 16-20 (Tabela 24).

O incremento da salinidade provocou acréscimos percentuais de 1,37, 0,63, 1,63 e 0,47% por incremento unitário da CEa em relação a T_1 nos intervalos IEF 7-10, IEF 10-13, IEF 13-16, IEF 16-20, respectivamente (Figura 21 – F, G, H, I). Em termos de média para todo o experimento (IEFM) o acréscimo observado por incremento unitário da CEa em relação a T_1 foi de 0,70% (Figura 21 - J); houve aumento no IEFM em T_2 , T_3 e T_4 em relação a T_1 na ordem de 0,83, 1,66 e 2,52 dias.

A partir dos resultados apresentados pode-se inferir que os efeitos da CEa sobre o IEF foram intensos apenas em T_4 .

O aumento da salinidade da água de irrigação interferiu na fisiologia das plantas, aumentando o intervalo entre floração. O IEF sofreu influência da CEa a partir da sétima inflorescência, aproximadamente 11 meses após o início do experimento. Resultados semelhantes também foram observados por Coomans (1975) ao relatar que as variações no ritmo de emissão de inflorescências são influenciadas por déficit hídrico ocorrido até dois anos antes da colheita, isso é, um ano antes da abertura das flores. Acrescenta-se, ainda, que as variações sazonais do ritmo de emissão das inflorescências são influenciadas também pelo estado nutricional das plantas.

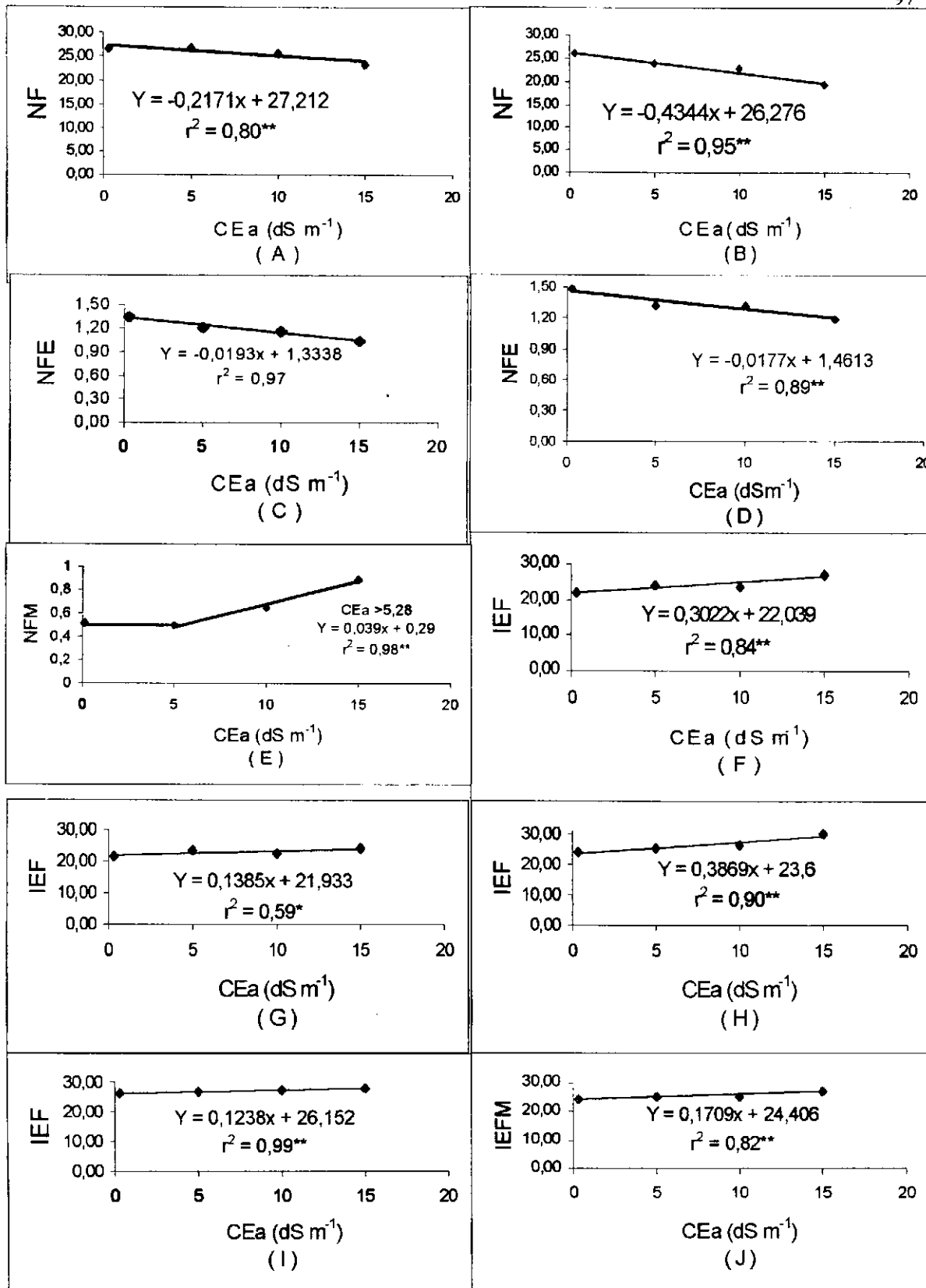


Figura 21: Número de folhas (NF) em dezembro de 2000 (ano I) (A) e dezembro de 2002 (ano II) (B), número mensal de folhas emitidas (NFE) nos anos I (C) e II (D) e mortas (NFM) no ano I (E), intervalo entre floração entre a 7ª e 10ª inflorescência (IEF 7-10) (F) e nos intervalos (IEF 10-13) (G), (IEF 13-16) (H), (IEF 16-20) (I) e a média para todo o experimento (IEFM) (J) em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

Tabela 23: Resumos de ANAVA e análise de regressão para intervalo entre floração (IEF) da 4ª a 20ª inflorescência e a média para todo o experimento (IEFM) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

		IEF 4-5	IEF 5-6	IEF 6-7	IEF 7-8	IEF 8-9	IEF9-10	IEF10-11	IEF11-12	IEF12-13	IEF13-14	IEF14-15	IEF15-16	IEF16-17	IEF17-18	IEF18-19	IEF19-20	IEFM
	GL	Quadrado Médio																
Salin.	3	6,22 ^{ns}	4,29 ^{ns}	2,88 ^{ns}	16,82*	23,71**	23,86**	11,07 ^{ns}	29,99**	4,20 ^{ns}	1,60 ^{ns}	94,77**	61,03**	5,21 ^{ns}	1,11 ^{ns}	2,95 ^{ns}	9,23 ^{ns}	7,16**
Linear	1	0,08 ^{ns}	1,98 ^{ns}	4,89 ^{ns}	45,03*	68,10**	60,89**	0,03 ^{ns}	69,05**	3,79 ^{ns}	7,98 ^{ns}	267,6**	168,3**	8,27 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	4,83 ^{ns}	17,73**
Quad	1	18,50 ^{ns}	5,95 ^{ns}	3,59 ^{ns}	7,68 ^{ns}	1,45 ^{ns}	3,50 ^{ns}	6,32 ^{ns}	15,25 ^{ns}	3,90 ^{ns}	1,10 ^{ns}	16,31 ^{ns}	9,01 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,06 ^{ns}	1,06 ^{ns}	7,95 ^{ns}	1,26*
DR.	1	0,08 ^{ns}	4,93 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,57 ^{ns}	7,18 ^{ns}	26,85*	5,72 ^{ns}	1,20 ^{ns}	2,79 ^{ns}	0,38 ^{ns}	5,80 ^{ns}	13,33 ^{ns}	2,35 ^{ns}	2,35 ^{ns}	14,77 ^{ns}	2,54**
Bloco	4	8,32 ^{ns}	5,44 ^{ns}	14,17*	7,38 ^{ns}	3,56 ^{ns}	2,21 ^{ns}	7,85 ^{ns}	10,54 ^{ns}	7,24 ^{ns}	5,09 ^{ns}	6,43 ^{ns}	8,04 ^{ns}	1,69 ^{ns}	3,96 ^{ns}	3,96 ^{ns}	2,70 ^{ns}	0,69*
Residuo		8,08	6,40	4,18	5,02 ^{ns}	3,02	0,90	3,74	3,89	3,75	9,98	5,40	5,09	15,32	4,61	4,61	14,2	0,20
CV (%)		10,27	9,44	8,18	8,92	7,03	3,99	8,79	8,60	7,50	12,60	8,70	8,12	13,14	7,56	7,56	14,1	1,73
CEa (dS m ⁻¹)		Média (dias)																
	0,1	28,55	27,15	25,25	23,65	22,40	21,63	20,85	21,1	22,8	25,40	22,70	24,35	29,4	28,35	28,35	26,35	24,89
	5,0	26,60	25,45	25,50	24,10	24,0	23,40	24,10	21,95	24,70	25,45	24,30	26,50	31,25	28,15	28,15	27,1	25,67
	10,0	26,80	27,05	25,30	24,90	24,90	23,36	21,05	22,15	24,50	24,25	27,20	27,65	28,90	29,05	29,05	25,2	25,71
	15,0	28,70	27,55	23,85	27,85	27,60	26,85	21,95	26,55	24,10	25,20	32,60	32,60	29,60	27,95	27,95	28,4	27,46

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

Tabela 24: Resumos de ANAVA e análise de regressão para intervalo entre floração (IEF) (média de 3 inflorescências subsequentes) entre o 4º e 7º, 7º e 10º, 10º e 13º, 13º e 16º, 16º e 20º cacho (IEF 4-7, IEF 7-10, IEF 10-13, IEF 13-16, IEF 16-20¹) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	Quadrado Médio				
		IEF 4-7	IEF 7-10	IEF 10-13	IEF 13-16	IEF 16-20
Salinidade	3	1,08 ^{ns}	21,88**	6,57*	33,03**	4,33**
Linear	1	0,16 ^{ns}	55,61**	11,48*	89,24**	9,32**
DR.	1	1,19 ^{ns}	8,03**	8,19*	2,42 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Bloco	4	1,13 ^{ns}	1,33 ^{ns}	2,15 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,48 ^{ns}
Resíduo		0,69	0,57	1,33	2,30	0,37
CV (%)		3,14	3,12	5,02	5,72	2,23
CEa (dS m ⁻¹)		Média (dias)				
0,1		26,98	22,18	21,58	24,17	26,19
5,0		25,98	24,06	23,58	25,42	26,77
10,0		26,40	23,85	22,57	26,36	27,39
15,0		26,51	27,20	24,2	30,17	28,01

(**) Significativo a 0,01; (*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (ns) Não significativo
¹ média de 4 intervalos subsequentes

4.3.1.3 Número de flores femininas e relação flor - fruto

A salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo sobre o número de flores femininas por inflorescência (NFI) nos dados correspondentes apenas às 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 10ª, 17ª e 19ª inflorescências emitidas (Tabela 25). Não se verificou efeito significativo nas avaliações correspondentes a 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 11ª, 12ª, 13ª, 14ª, 15ª, 16ª, 18ª e 20ª inflorescências.

Os valores também foram interpretados agrupando-os em três florescimentos subsequentes, com exceção do sétimo grupo, com duas inflorescências. Verifica-se, na Tabela 26, efeito significativo sobre o número médio de flores femininas por inflorescência entre os 4º e 6º cachos (NFIM 4-6), NFIM 7-9 ($p \leq 0,01$) e NFIM 16-18 ($p \leq 0,05$).

Conforme estudos de regressão realizados com os dados médios dos grupos, percebe-se tendência de aumento quadrático do número de flores por inflorescência em função do incremento da CEa nas avaliações realizadas em NFIM 4-6 e NFIM 7-9 (Figura 22 – A, B).

Nesses períodos as plantas irrigadas com águas com 5 dS m⁻¹ (T₂) apresentavam aumento expressivo no NFI, em relação ao controle (T₁), havendo, contudo, pouca diferença entre os tratamentos T₂, T₃ e T₄. Entre o 16º e o 18º cachos, o número de flores por inflorescência decresceu com aumento da salinidade (Figura 22 - C).

A primeira inflorescência útil de cada planta foi emitida, em média, cinco meses após o início das irrigações com água salina (maio de 2000). A quinta emissão ocorreu entre os meses de agosto e setembro, oito - nove meses depois de iniciado o estudo, quando a salinidade da água de irrigação passou a exercer diferença significativa sobre o NFI. Esses resultados diferem dos obtidos por Coomans (1975) ao concluir que a ação do déficit hídrico sobre a produção do número de flores femininas no coqueiro Gigante se inicia entre 24 e 28 meses antes da maturação dos frutos (12 a 16 meses antes da abertura da inflorescência); do mesmo modo, Frémond *et al.* (1975) relatam que a diferenciação das flores femininas ocorre de 11 a 12 meses antes da abertura da espata, transcorrendo um ano entre esta fase e a maturação dos frutos.

Com base no presente estudo, é provável ter ocorrido alterações fisiológicas nas plantas provocadas pela salinidade, antecipando o tempo para diferenciação das flores femininas; contudo, pode haver diferença genética entre as variedades Anão e Gigante, com relação a este carácter.

Observa-se na Tabela 25 e Figura 23, acréscimo do número de flores femininas entre a 7ª e a 14ª inflorescências, aproximadamente, entre outubro de 2000 a fevereiro de 2001, em todos os tratamentos (inclusive em T₁). De acordo com FAO (1984), o total de flores femininas por inflorescência em coqueiro Gigante varia de 20 a 40, com tendência de aumento no coqueiro Anão; entretanto, pode ocorrer maior variabilidade no número de flores femininas, devido à natureza genética e ambiental (precipitação, temperatura, insolação, umidade relativa do ar, característica do solo, nutrição), observando-se, em certos casos, algumas centenas de flores por cacho.

Vê-se, na Tabela 26 que, em termos gerais, ocorreu efeito significativo da salinidade ($p \leq 0,01$) sobre a relação flor/fruto formado (FL/FO) e sobre a relação flor/fruto colhido (FL/FC), sem contudo, haver influência na relação fruto formado/fruto

colhido (FO/FC). Constatou-se acréscimo linear de 11,12% na relação FL/FC, devido ao aumento unitário CEa, em relação ao controle (T_1), ou seja, formação de 1,27 flor a mais por fruto colhido em função do incremento unitário da CEa relativo a T_1 , onde foram formadas 11,12 flores para cada fruto colhido (Figura 22 - E). Os resultados das análises dessas relações por cacho encontram-se no Apêndice IV.

O aumento no número de flores femininas por inflorescência, em parte do experimento, não resultou em aumento na produção de frutos, havendo maior percentual de abortamento das flores femininas das plantas expostas à salinidade que no controle (T_1).

Os resultados obtidos são semelhantes aos apresentados por Coomans (1975), ao relatar que a relação flor/fruto pode ser influenciada pelo déficit hídrico ocorrido entre 5 e 24 meses antes da colheita. Além disso, o autor cita que outros fatores, como temperatura mínima (4 a 18 meses antes da colheita), nutrição das plantas (16 a 27 meses antes da colheita) e efeito da carga dos frutos (produção de cocos) também influenciam na relação flor/fruto; o efeito carga permite explicar por que raramente são observados vários anos consecutivos de forte produção, mesmo em condições favoráveis.

4.3.1.4 Formação inicial de albúmem

Como visto no item 2.3.4, muitas vezes a salinidade afeta o desenvolvimento das culturas, alterando o tempo de formação de grãos, raízes, tubérculos, legumes e frutos de várias culturas (Shannon *et al.*, 1994). Segundo FAO (1984) o processo de formação de albúmem sólido ocorre gradualmente até à fase de maturação dos frutos. Para Alvim & Kozlowski (1977) a taxa de crescimento do conteúdo da copra está associada ao estágio de formação dos frutos.

Com base nesses pressupostos, utilizou-se a porcentagem do peso seco do albúmen sólido em relação ao volume da água de coco (%AB) para se avaliar a influência da CEa sobre o início de processo de formação de frutos de coqueiro.

Como se observa na Tabela 26 e ilustra a Figura 24, não houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre a formação inicial do albúmen.

Tabela 25: Resumos de ANOVA e análise de regressão para número médio de flores femininas por inflorescência (NFI) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	NFI1	NFI 2	NFI 3	NFI 4	NFI 5	NFI 6	NFI 7	NFI 8	NFI 9	NFI 10	NFI 11	NFI 12	NFI 13	NFI 14	NFI 15	NFI 16	NFI 17	NFI 18	NFI 19	NFI 20
GL	Quadrado Médio																			
Salini 3	6,05 ^{ns}	1,82 ^{ns}	0,22 ^{ns}	14,3 ^{ns}	53,5**	387**	1999**	6128**	18162**	7668*	2939 ^{ns}	440 ^{ns}	911 ^{ns}	85,6 ^{ns}	66,9 ^{ns}	20,7 ^{ns}	366**	49,7 ^{ns}	70,7*	115 ^{ns}
Linear 1	3,78 ^{ns}	2,12 ^{ns}	0,27 ^{ns}	4,17 ^{ns}	50,7**	569**	3919**	10672**	45269**	6247 ^{ns}	148 ^{ns}	67,8 ^{ns}	179 ^{ns}	65,4 ^{ns}	4,4 ^{ns}	24,2 ^{ns}	24,5 ^{ns}	112,9*	75,8*	39,7 ^{ns}
Quad 1	6,30 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,18 ^{ns}	38,62*	100,4**	564**	1159**	4827**	3729 ^{ns}	13566	5842*	1203 ^{ns}	2510 ^{ns}	35,2 ^{ns}	196 ^{ns}	8 ^{ns}	1006**	33,2 ^{ns}	88,84*	13,9 ^{ns}
Bloco 4	20,4 ^{ns}	18,1 ^{ns}	31,1 ^{ns}	13,5 ^{ns}	9,68 ^{ns}	2,54 ^{ns}	131 ^{ns}	502 ^{ns}	1041 ^{ns}	2257	831 ^{ns}	525 ^{ns}	762 ^{ns}	201 ^{ns}	83,7 ^{ns}	36,9 ^{ns}	24,51	7,9 ^{ns}	12,3 ^{ns}	38,6 ^{ns}
Residuo	25,20	30,27	21,46	5,96	4,36	18,11	74,98	318,2	1010,7	1946,4	1240	1695	1494	503,5	111,6	115,4	19,3	17,70	13,99	55,97
CV (%)	25,2	30,3	21,46	21,63	21,89	19,06	17,27	20,51	18,73	20,34	17,57	25,14	38,97	46,4	35,25	42,8	18,9	20,86	17,55	27,06
CEa (dS m ⁻¹)	Média																			
0,1	11,75	11,46	14,60	9,25	4,85	9,33	20,68	35,05	84,95	161,15	174,05	159,2	85,20	45,9	27,45	25,3	33,09	22,18	20,11	26,85
5,0	12,10	12,80	14,55	12,55	11,95	26,75	60,45	108,05	183,95	251,05	231,95	170,1	105,75	45	33,10	27,90	26,90	22,01	20,46	34,30
10,0	14,20	12,35	14,80	12,80	11,60	28,50	55,00	96,95	182,70	234,85	203,45	172,9	114,8	54,1	33,40	23,60	20,32	20,95	17,95	22,85
15,0	12,35	12,60	14,60	10,55	9,75	24,73	64,38	107,90	227,50	220,5	192,15	152,8	91,05	48,2	26,20	23,50	13,73	15,50	26,70	26,57

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

Tabela 26: Resumos de ANAVA e análise de regressão para número de flores femininas por inflorescência médio (NFIM) (média de 3 inflorescências subsequentes) entre os 1º e 3º (NFIM 1-3), 4º e 6º (NFIM 4-6), 7º e 9º (NFIM 7-9), 10º e 12º (NFIM 10-12), 13º e 15º (NFIM 12-15), 16º e 18º (NFIM 15-18) e 19º e 20º cachos (NFIM 19-20)¹ e para relação flor/ fruto formado (FL/ FO), flor/fruto colhido (FL/FC), fruto formado/fruto colhido (FO/FC) (média de 9 avaliações entre os 10º e 19º cachos) e percentagem de albúmen sólido em relação ao volume de água de coco de frutos de coco com 6 meses (média de 5 avaliações entre as 15ª e 19ª colheitas) e médias observadas dessas variáveis sob diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa)

Fator		NFIM 1-3	NFIM 4-6	NFIM 7-9	NFIM 10-12	NFIM 13-15	NFIM 16-18	NFIM 19-20	FL /FO	FL / FC	FO /FC	%AB
	GL	Quadrado Médio										
Sal.	3	3,54 ^{ns}	103,53**	7256,03**	2977,92 ^{ns}	190,93 ^{ns}	96,06*	51,38 ^{ns}	1045,56**	1007,63**	0,02 ^{ns}	5,00 ^{ns}
Linear	1	3,45 ^{ns}	140,19**	15809,12**	872,04 ^{ns}	392,18 ^{ns}	251,73**	1,77 ^{ns}	1989,36**	2599,69**	0,04 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Quad	1	6,99 ^{ns}	157,85**	3032,74**	6679,44*	479,91 ^{ns}	48,43 ^{ns}	7,59 ^{ns}	305,87*	256,73 ^{ns}	0,01 ^{ns}	7,52 ^{ns}
DR.	1	0,25 ^{ns}	12,47 ^{ns}	3082,87**	1391,55 ^{ns}	56,76 ^{ns}	240,29 ^{ns}	145,03 ^{ns}	842,05**	220,80 ^{ns}	0,02 ^{ns}	7,33 ^{ns}
Bloco	4	15,49 ^{ns}	6,35 ^{ns}	444,89 ^{ns}	1076,13 ^{ns}	448,95 ^{ns}	6,65 ^{ns}	19,49 ^{ns}	60,32 ^{ns}	49,94 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,19 ^{ns}
Resíduo		8,42	4,67	313,3	927,7	516,03	26,61	25,31	60,93	87,62	0,03	4,76
CV (%)		23,99	14,88	17,29	14,58	38,19	22,51	20,58	19,74	24,55	14,46	36,36
CEa (dS m ⁻¹)		Média										
0,1		10,99	7,81	46,89	164,8	53,46	26,18	23,38	18,87	8,82	1,58	5,00
5,0		12,33	17,08	117,48	217,69	61,28	26,15	27,37	24,38	22,03	1,17	7,38
10,0		13,02	17,57	111,55	205,72	67,33	22,43	20,40	37,40	22,06	1,65	5,86
15,0		12,02	15,68	133,41	188,51	55,80	16,90	26,64	37,79	29,69	1,42	5,74

(**) Significativo a 0,01; (*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (^{ns}) Não significativo
¹ média de 2 intervalos subsequentes

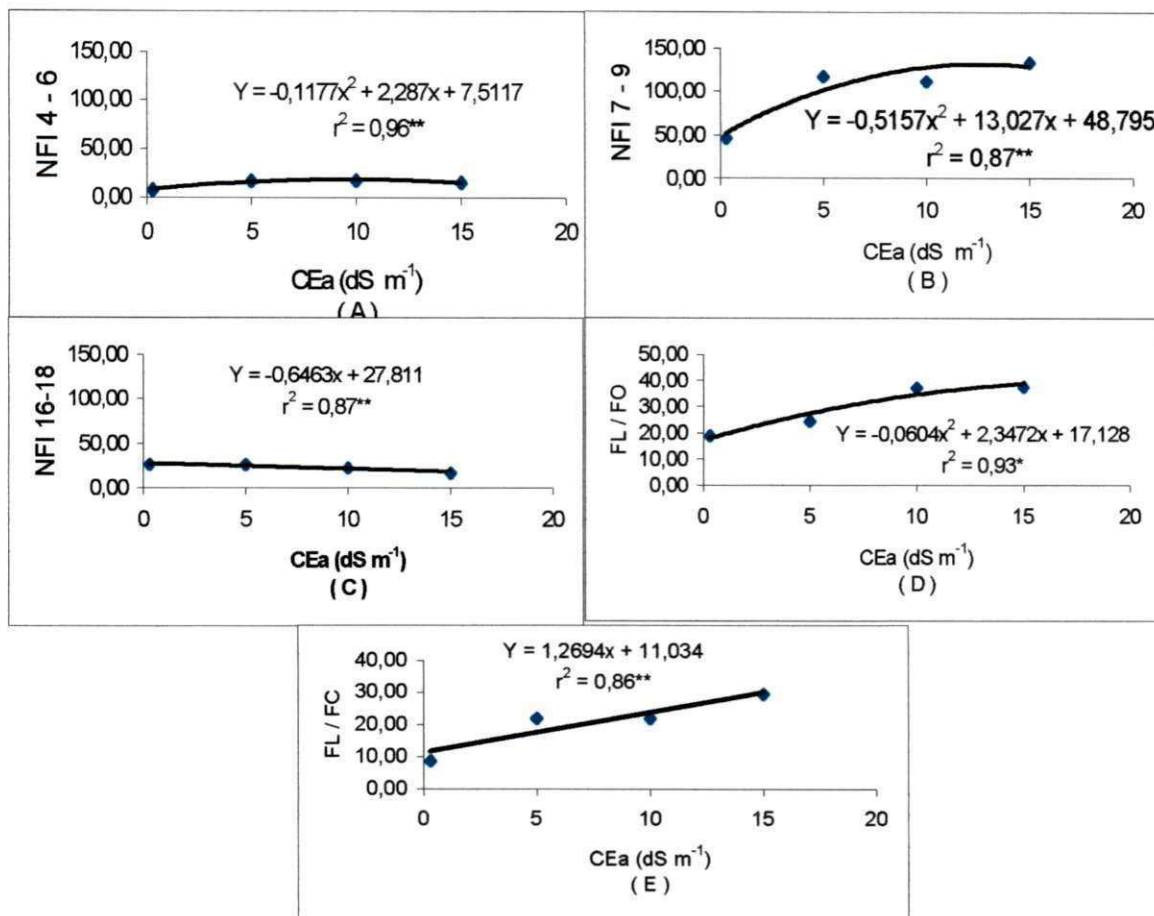


Figura 22: Número médio de flores femininas por inflorescência (NFI) (média de 3 inflorescências subsequentes) entre as 4^a e 6^a (A), 7^a e 9^a (B) e 16^a e 18^a (C) inflorescências; relação flor/fruto formado (D) e flor/fruto colhido (E) (média de 9 avaliações entre o 10^o e 19^o cacho) em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

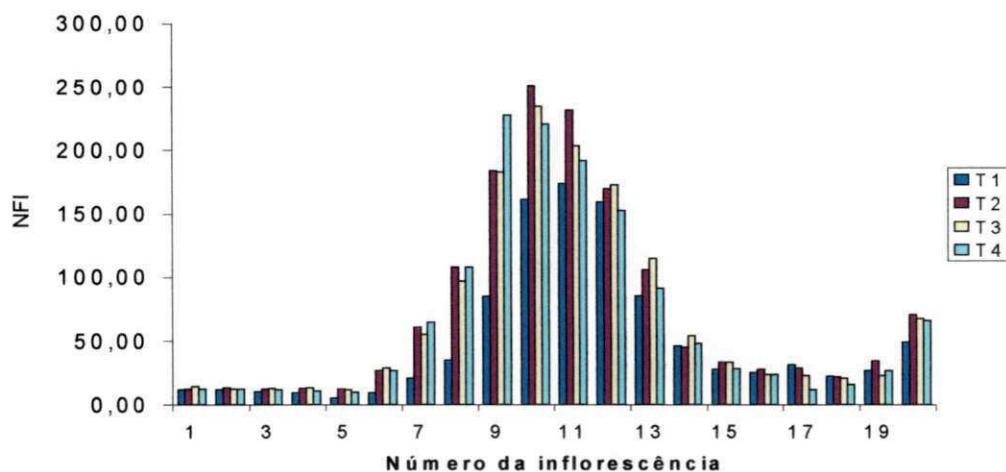


Figura 23: Número de flores femininas por inflorescências (NFI) em função do nível de salinidade da água de irrigação (T₁, T₂, T₃ e T₄ correspondentes a 0,1, 5,0, 10,0, e 15,0 dS m^{-1}) durante o período experimental

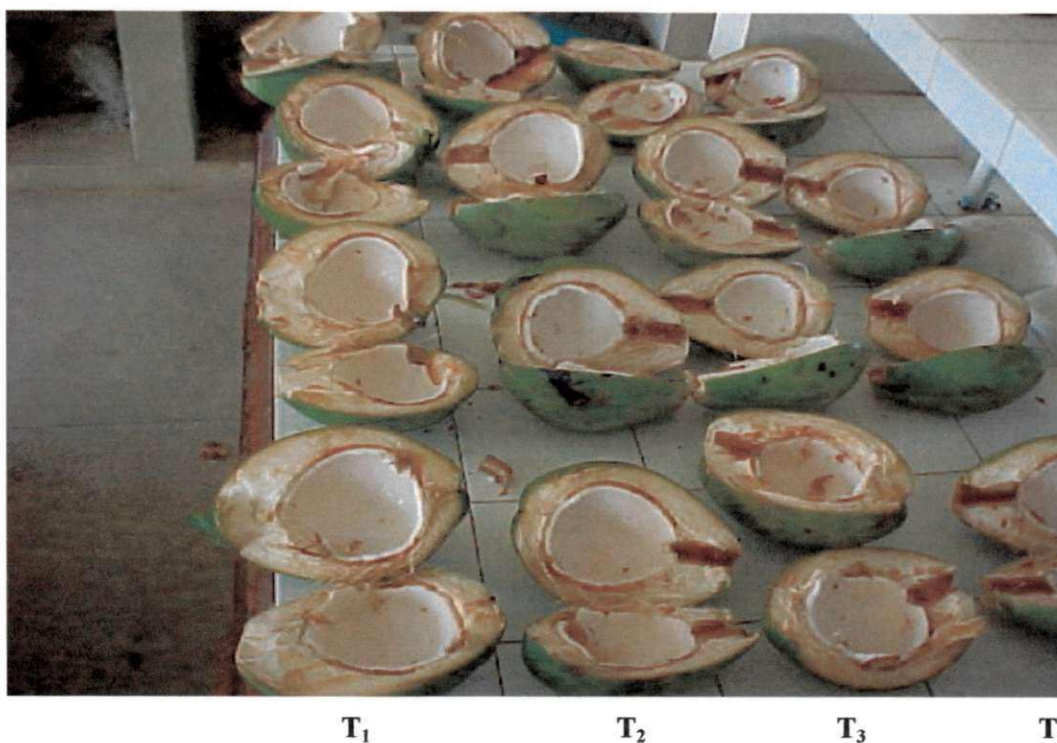


Figura 24: Aspecto do albúmen sólido (frutos com aproximadamente 6 meses) em função da salinidade da água de irrigação de 0,1 (T_1), 5,0 (T_2), 10,0 (T_3) e 15,0 (T_4) dS m^{-1} em novembro de 2001

4.3.2 Efeitos da CEa sobre algumas variáveis fisiológicas

4.3.2.1 Condutância estomática

A condutância estomática (GS) foi diminuída pela salinidade da água de irrigação em quase todas as avaliações realizadas (Tabela 27). Pelos estudos de regressão nota-se redução linear da GS em função do aumento da CEa, com decréscimos de 4,30, 5,98, 2,70, 4,07 e 5,24% por incremento unitário da CEa em relação ao controle (T_1), respectivamente nos meses de agosto/2001 (manhã), novembro/2001 pela manhã e à tarde e janeiro/2002 pela manhã e à tarde (Figura 25 – A, B, C, D, E).

Constata-se, pelos maiores valores de GS, que as trocas gasosas do coqueiro foram mais intensas no mês de agosto/2001, período chuvoso, e no período da manhã em todas as avaliações. Houve redução na abertura dos estômatos, no período da tarde, mesmo com elevada intensidade de luz principalmente nas plantas irrigadas com maiores níveis de

CEa. Possivelmente este fato se apresenta como mecanismo de regulação hídrica do coqueiro quando submetido a baixos potenciais hídricos no solo e/ou alta demanda evapotranspirativa.

Queda dos valores de condutância estomática em função da CEa também foi observada por Silva Jr. (1994). Este autor concluiu que os menores valores de GS ocorreram nas plantas de coqueiro (Gigante do Brasil) irrigadas com águas salinas (7,5 e 15 g L⁻¹) e sem irrigação, em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade.

As respostas das plantas ao estresse hídrico provocado pela salinidade incluem mudanças fisiológicas, como o fechamento dos estômatos, redução das taxas fotossintéticas, acúmulo de moléculas orgânicas, alterações nos níveis de hormônios e mudanças na atuação de genes (Dudy & Gilad, 1999).

Em todos os níveis de salinidade (inclusive em T₁), os valores de GS foram menores nos meses de maior aridez em relação ao mais chuvoso (Precipitações - Apêndice I). Provavelmente, a prática da irrigação utilizada não supria completamente as necessidades hídricas das plantas pois, de acordo com Villalobos *et al.* (1992) o processo de trocas gasosas, avaliado através da condutância estomática, é um importante parâmetro para se observar as condições de hidratação em diferentes espécies de palmeiras. A transpiração é diretamente proporcional aos valores de condutância estomática para determinada diferença de pressão de vapor de água entre as folhas e a atmosfera (Passos *et al.*, 1999).

Passos *et al.* (1999) estudando três variedades de coqueiro Anão em condições de sequeiro, observaram que os menores valores de GS ocorreram durante o período da estiagem. Eles comentam, ainda, que os maiores valores de GS ocorridos na estação chuvosa aumentam a possibilidade de intercâmbio gasoso, facilitando a difusão de CO₂ até o sítio de carboxilação, com conseqüente aumento das taxas fotossintéticas; além disso, maiores valores de GS aumentam a capacidade de resfriamento das folhas e a absorção e translocação de nutrientes, via corrente transpiratória.

Os níveis de salinidade provocados pelo cloreto de sódio da água de irrigação devem ter reduzido a abertura estomática do coqueiro, devido ao efeito osmótico. Por outro lado, segundo Braconnier & d'Auzac (1989) em plantas deficientes em cloreto ocorre atraso de pelo menos três horas na abertura dos estômatos e, sob condições de estresse osmótico, a deficiência desse elemento contribui para a redução na abertura dos estômatos e na capacidade

de regulação osmótica do coqueiro. Além disso, o sódio contribui no balanço osmótico de alguns tipos de planta, devido ao seu acúmulo (como soluto) nos vacúolos e ao mais rápido fechamento dos estômatos das plantas supridas desse elemento (Marschner, 1995).

4.3.2.2 Potencial hídrico das folhas

A diminuição da condutância estomática está diretamente relacionada com a queda do potencial hídrico das folhas - Ψ_f (Schülze, 1982). Contudo, observou-se, neste experimento que, diferente do que foi observado para GS, a CEa influenciou significativamente ($p \leq 0,01$) o Ψ_f , apenas nas avaliações realizadas em novembro/2001 e janeiro/2002, no período da manhã; não se verificou efeito significativo da salinidade durante o mês de agosto/2001 nem no período da tarde, em todos os meses avaliados (Tabela 27).

Este fato indica que o coqueiro irrigado com águas salinas aumentou a capacidade de absorção de água durante a época das chuvas (agosto/2001); no período da tarde não havia diferença no teor de umidade das folhas entre os diferentes tratamentos devido, provavelmente, ao aumento da demanda evapotranspirativa provocada pela elevação da temperatura e ao mais rápido fechamento dos estômatos das plantas submetidas aos estresses salinos. Ou seja, as plantas irrigadas com águas salinas tinham teor de umidade nas folhas semelhante ao das plantas irrigadas com água de baixa salinidade durante o período da tarde porque, apesar de absorverem menor quantidade de água, fechavam mais rapidamente os estômatos, diminuindo as perdas hídricas para a atmosfera. Observou-se, em novembro/2001 e janeiro/2002, que o potencial hídrico das folhas foi maior no período da tarde em relação ao período da manhã nos tratamentos T₃ e T₄ em virtude do maior fechamento dos estômatos no período vespertino.

Verificou-se redução linear ($p \leq 0,01$) do Ψ_f , devido ao aumento da salinidade de água de irrigação em novembro/2001 e janeiro/2002 (Figura 25 – F, G), com decréscimos respectivos de 3,21 e 6,54% por incremento unitário da CEa relativo a T₁. Pelos dados, nota-se maior efeito do estresse salino sobre as plantas de coqueiro ao final do período de estiagem em relação aos demais períodos estudados.

Esses dados são semelhantes aos observados por Passos *et al.* (1999) ao verificaram, no coqueiro, menores valores de Ψ_f nos meses de menor precipitação pluvial; esses autores observaram, em três genótipos de coqueiro, que nos meses em que a pluviosidade em cada decêndio era menor que 50 mm, coincidia com os menores valores de Ψ_f .

Pode-se inferir que, levando-se em consideração os elevados níveis de CEA utilizados neste experimento, a influência da CEA sobre o potencial hídrico das folhas (Ψ_f) foi relativamente baixa, pois aconteceu apenas nas épocas de menor ocorrência de chuvas e em parte do dia (manhã). Tudo evidencia existir mecanismos fisiológicos no coqueiro, como ajustamento osmótico e acúmulo de íons, que proporcionam absorção de água, mesmo sob condições de elevada salinidade. Silva Jr. (1994) observou que plantas de coqueiro Gigante irrigadas com água com até 15 g.L⁻¹ (aproximadamente, 23,4 dSm⁻¹) apresentaram maior Ψ_f e maior GS que as plantas sem irrigação.

Por outro lado, o suprimento de cloreto através da água de irrigação, pode ter colaborado no processo de regulação osmótica das plantas de coqueiro; segundo Braconnier & d'Auzac (1989) plantas de coqueiro que não apresentam deficiência em Cl têm valores de Ψ_f significativamente mais elevados que plantas deficientes nesse elemento para uma mesma condição hídrica no solo.

4.3.2.3 Eficiência do aparelho fotossintético

Observa-se, na Tabela 27 e no Apêndice V, não ter havido diferença significativa sobre as variáveis que avaliam a eficiência do aparelho fotossintético (dados de FC) do coqueiro, em função da salinidade da água de irrigação, em nenhuma das avaliações realizadas (agosto/2001, novembro/2001 e janeiro/2002). Além disso, os valores de eficiência fotoquímica máxima (F_v/F_m) na maior parte das avaliações estiveram próximo a 0,83 semelhante ao obtido por Kyle *et al.* (1987) para um grande número de espécies vegetais.

Para O' Leary (1995) há evidências de que a salinidade reduz a taxa fotossintética por unidade de área foliar da maioria das plantas cultivadas, ocorrendo decremento na atividade fotossintética devido, em geral, à redução na condutância estomática.

Tabela 27: Resumos de ANOVA e análise de regressão para condutância estomática (GS), potencial hídrico foliar (Ψ_f) em avaliações realizadas pela manhã e à tarde em agosto (ago) e novembro (nov) de 2001 e janeiro (jan) de 2002 e eficiência fotoquímica máxima (Fv/Fm) em avaliações realizadas em agosto e novembro de 2001 e janeiro de 2002 e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	GS						Ψ_f						Fv/Fm		
		ago (manhã)	ago (tarde)	nov (manhã)	nov (tarde)	jan (manhã)	jan (tarde)	ago (manhã)	ago (tarde)	nov (manhã)	nov (tarde)	jan (manhã)	jan (tarde)	ago	nov	jan
		Quadrado Médio														
Salinidade ¹	3	1,301*	0,132 ^{ns}	0,138**	0,045**	0,097**	0,099**	2,044 ^{ns}	1,262 ^{ns}	17,96**	2,167 ^{ns}	67,07**	10,05 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Linear	3	2,268*	0,146 ^{ns}	0,415**	0,049**	0,288**	0,270**	1,834 ^{ns}	2,058 ^{ns}	41,36**	1,814 ^{ns}	165,1**	19,58*	0,0007 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0013 ^{ns}
Desv. Reg.	1	0,482 ^{ns}	0,066 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,085**	0,0001 ^{ns}	0,005 ^{ns}	1,127 ^{ns}	0,996 ^{ns}	0,542 ^{ns}	4,525 ^{ns}	0,576 ^{ns}	9,67 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
Resíduo		0,24	0,14	0,004	0,0008	0,0071	0,0099	2,62	6,64	1,13	0,56	5,24	3,78	0,0002	0,0006	0,0007
CV (%)		39,31	53,46	19,79	8,22	17,30	35,67	11,35	27,62	8,17	6,43	15,01	10,16	1,67	3,11	3,27
CEa (dS m ⁻¹)		Média														
		cm.s ⁻¹					Bars					Fv/Fm				
0,1		2,25	0,99	0,62	0,15	0,71	0,50	-14,10	-8,40	-9,67	-11,92	-8,5	-20,00	0,8	0,80	0,77
5,0		0,87	0,52	0,43	0,08	0,54	0,28	-13,98	-9,77	-12,83	-12,50	-15,46	-20,95	0,81	0,81	0,78
10,0		1,01	0,61	0,26	0,13	0,41	0,21	-13,48	-9,37	-15,17	-10,50	-18,37	-17,87	0,78	0,79	0,77
15,0		0,89	0,63	0,08	0,07	0,29	0,13	-15,41	-9,78	-14,46	-11,45	-18,67	-17,75	0,79	0,80	0,81

(**) Significativo a 0,01 e (*) Significativo a 0,05 de probabilidade, (ns) Não significativo

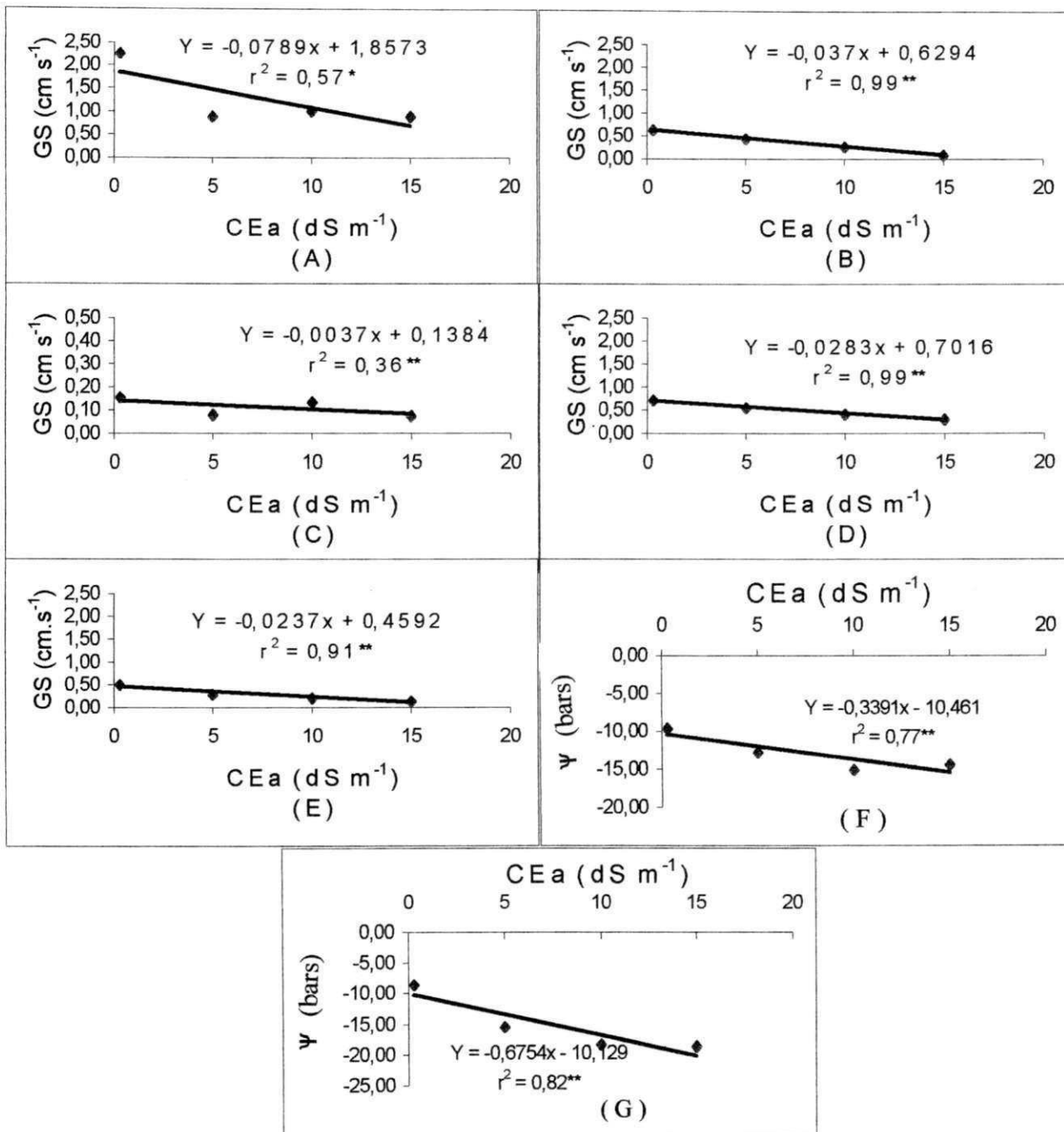


Figura 25: Condutância estomática (GS) das plantas de coqueiro em avaliações realizadas em agosto/2001 pela manhã (A), novembro/2001 pela manhã (B) e à tarde (C), janeiro/2002 pela manhã (D) e à tarde (E) e o potencial hídrico foliar (Ψ_f) em avaliações realizadas no período da manhã em novembro/2001 (F) e janeiro/2002 (G) em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

4.3.3 Número de frutos colhidos

Com exceção das colheitas realizadas em maio e julho de 2001, o número de frutos colhidos (NFC) foi afetado significativamente pela salinidade (CEa) em todas as demais coletas realizadas a partir do mês de fevereiro de 2001 – 8ª colheita (Tabela 28). Apesar de não haver efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre o NFC nas colheitas realizadas entre julho/2000 e janeiro/2001 (1ª e 7ª colheita), o NFC em T₄ foi menor que em T₁ em, praticamente, todas as coletas; nesse período, houve redução média percentual em T₄ relativo a T₁, de 29,11%.

Entre fevereiro e julho de 2001 (8ª à 13ª colheitas), os valores médios de NFC observados em T₁ foram inferiores aos de T₂ e T₃ (Tabela 29). Através dos estudos de regressão verifica-se que, durante este período, o modelo quadrático ($p < 0,01$) representa os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o NFC (Figura 26 - A). Os valores mais baixos em T₁ podem ser explicados por problemas fitossanitários (provavelmente pragas do sistema floral) ou pela ação estimulante dos elevados níveis de cloreto contidos na água de irrigação sobre a produção do coqueiro; em estudos realizados pela Philippine Coconut Authority (PCA), pesquisadores observaram que a correção da deficiência de cloro em coqueiro provoca aumento na produção de frutos e de copra (Magat *et al.*, 1975; Margate *et al.*, 1979; Magat *et al.*, 1981).

Entretanto, segundo Uexkull (1972) a deficiência de cloro influencia mais na redução do tamanho dos cocos que no número de frutos por planta. Além disso, os teores de cloreto fornecidos através das adubações foram satisfatórios, levando-se em consideração que os níveis desse nutriente em todos os tratamentos (inclusive T₁), observados através de diagnose foliar (Tabela 40 e Apêndice III), estiveram sempre acima do nível considerado crítico, de 2,5 g kg⁻¹ (base peso de matéria seca) para a cultura (Uexkull, 1992)

Segundo Passos (comunicação pessoal*) plantas em condições de salinidade reagem melhor ao ataque de pragas do sistema floral, o que pode justificar as maiores produções de T₂ e T₃ em relação ao T₁ nas avaliações realizadas entre fevereiro e julho de 2001.

* Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Conforme apresentado nas Tabela 28 e 29 e Figura 26 (B), constata-se que, nas colheitas realizadas entre agosto de 2001 e janeiro de 2002, apesar do efeito quadrático significativo, o decréscimo linear explica melhor o comportamento biológico do NFC devido ao aumento da salinidade (CEa). Ocorreu redução do número médio de frutos colhidos (NMFC), neste período, de 3,4% por incremento unitário da CEa em relação a T₁. As perdas percentuais do NMFC entre agosto/2001 a janeiro/2002, quando as plantas foram irrigadas com águas referentes a T₂, T₃ e T₄, em relação a T₁, foram de 15,96, 32,92 e 50,00%.

Salienta-se que a partir de setembro/2001 (Tabela 28 e Figura 27) os valores médios de NFC foram, notadamente, mais elevados que nas avaliações anteriores, em todos os tratamentos estudados. Isto confirma a influência de fatores fitossanitários nos resultados de NFC, em parte do experimento pois, a partir de março de 2001 (item 3.4.5.1) foram intensificados os tratamentos visando ao controle de pragas do sistema floral (*Hyalospila ptychis* Dyar e *Parisoschoenus obselus* Casey), ocorrendo resposta na produção sete meses após o início dos tratamentos (período que vai da emissão de novas flores à colheita do fruto verde) o que coincide com o mês de setembro. Ressalta-se, também, que o próprio desenvolvimento da cultura se reflete em aumento gradativo do número de frutos colhidos (Cuenca, 1997).

Considerando-se todo o período de estudo, 19 colheitas mensais, a produção média total por planta foi, respectivamente, em T₁, T₂, T₃ e T₄, de 182,4, 185,1, 184,2 e 109,2 frutos, ou seja, 115,2, 116,9, 116,3 e 68,9 frutos por planta/ano.

De acordo com EMBRAPA (1993) em condições agroecológicas favoráveis e em boas condições de manejo, o coqueiro Anão irrigado produz em média 20, 60, 80 e 100 frutos por planta/ano nos 3^o, 4^o, 5^o e 6^o anos após o plantio; em condições de sequeiro, neste mesmo período a produção é de 5, 15, 30 e 50 frutos por planta/ano. As produtividades médias em diferentes situações de manejo obtidas no Rio Grande do Norte, Maranhão, Pernambuco, Alagoas e Bahia, variam entre 3.000 e 5000 frutos/ha/ano (Anuário Estatístico do Brasil, 1992).

Pelos dados apresentados observa-se que as médias obtidas neste experimento superaram as médias preconizadas pela EMBRAPA (1993) mesmo nas plantas irrigadas com até 10 dS m⁻¹ (T₃). Salienta-se que as reduções na produtividade das plantas, observadas em parte do experimento em todos os níveis de salinidade estudados, foram devido ao ataque de pragas do sistema floral. Na Figura 28 visualiza-se o aspecto produtivo das plantas irrigadas com água com diferentes níveis de salinidade, em novembro de 2001.

Tabela 28: Resumos de ANAVA e análise de regressão para número de frutos colhidos por planta (NFC) mensal e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	Fruto colhido / ano / mês																		
		2000						2001						2002						
		jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan
		Quadrado Médio ^a																		
Salinid.	3	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**	1,31*	1,21 ^{ns}	2,34**	0,35 ^{ns}	0,60*	3,42**	1,62**	1,36**	1,71**	6,00**
Linear	1	0,57 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,07 ^{ns}	1,18*	0,01 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,24*	0,05 ^{ns}	1,70**	7,02**	4,67**	3,32**	4,51**	6,38**
Quad	1	0,02 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,70**	1,57**	3,34**	3,30*	5,38**	0,30 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,61**	0,58 ^{ns}	11,2**
DR.	1	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 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,10 ^{ns}	3,22 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,31 ^{ns}
Bloco	2	1,30 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Resíduo		1,01	0,57	0,40	0,22	0,13	0,14	0,08	0,20	0,06	0,22	0,64	0,24	0,20	0,12	0,29	0,15	0,05	0,27	0,48
CV (%)		33,73	27,09	26,04	21,57	22,43	14,84	10,85	15,19	9,83	19,1	30,9	17,5	15,7	12,4	15,52	9,65	6,33	13,83	17,98
CEa (dS m ⁻¹)		Média ^b																		
0,1		3,39	2,77	2,71	2,45	1,69	2,46	2,80	2,91	2,16	2,29	2,14	2,30	2,86	3,18	4,43	4,74	4,01	4,20	3,81
		(11,2)	(7,0)	(6,70)	(5,20)	(2,10)	(5,15)	(6,95)	(7,70)	(3,75)	(5,58)	(4,95)	(6,0)	(8,30)	(10,2)	(20,1)	(22,8)	(16,2)	(17,9)	(14,8)
5,0		2,53	2,63	2,63	2,28	1,35	2,63	2,57	3,22	3,03	2,85	2,80	3,41	2,52	2,79	3,28	4,18	3,81	3,96	5,02
		(6,9)	(6,3)	(6,25)	(4,45)	(0,97)	(5,95)	(5,80)	(9,55)	(8,25)	(8,20)	(10,1)	(11,8)	(7,45)	(8,0)	(11,6)	(17,6)	(14,5)	(15,7)	(25,7)
10,0		3,34	3,08	2,28	2,16	1,84	2,54	2,71	3,45	2,69	2,90	3,15	3,29	3,19	2,72	3,82	3,83	3,67	3,75	4,21
		(11)	(8,8)	(4,6)	(3,8)	(2,5)	(5,9)	(6,4)	(11,4)	(6,35)	(8,6)	(10,1)	(11,1)	(10,6)	(7,6)	(14,8)	(14,8)	(13,6)	(14,1)	(18,5)
15,0		2,61	2,62	2,14	1,77	1,60	2,50	2,41	2,30	2,43	1,81	2,21	2,71	2,57	2,34	2,46	3,38	2,80	2,90	2,39
		(6,30)	(7,06)	(3,70)	(2,25)	(1,85)	(5,40)	(4,85)	(4,35)	(4,95)	(3,4)	(5,15)	(7,60)	(6,75)	(5,55)	(6,20)	(11,5)	(7,85)	(8,70)	(5,80)

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

^a Análise realizada com dados transformados em \sqrt{x}

^b Médias originais apresentadas entre parênteses

Tabela 29: Resumos de ANAVA e análise de regressão para número médio de frutos colhidos por planta (NMFC) (média de 6 colheitas subseqüentes entre os meses de fevereiro e julho de 2001 e entre agosto de 2001 a janeiro de 2002), número total de frutos colhido (NFCT) e valores médios observados sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	Variáveis		
		NMFC (fev-jul)	NMFC (agos-jan)	NFCT ^a
		Quadrado Médio		
Salinidade	3	23,84**	85,12**	12,20**
Linear	1	0,77 ^{ns}	0,01**	12,20**
Quad	1	70,09**	27,27**	21,81**
DR.	1	0,71 ^{ns}	4,63 ^{ns}	12,69**
Bloco	4	2,60 ^{ns}	2,35 ^{ns}	1,32 ^{ns}
Resíduo		2,15	1,33	0,49
CV (%)		19,37	8,55	5,5
CEa (dS m ⁻¹)		Média		Média ^b
0,1		6,04	16,97	13,5 (182)
5,0		9,22	15,54	13,6 (185)
10,0		9,67	13,85	13,5 (184)
15,0		5,37	7,60	10,5 (109)

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

^a Análise realizada com dados transformados em \sqrt{x}

^b Dados não transformados apresentados entre parênteses

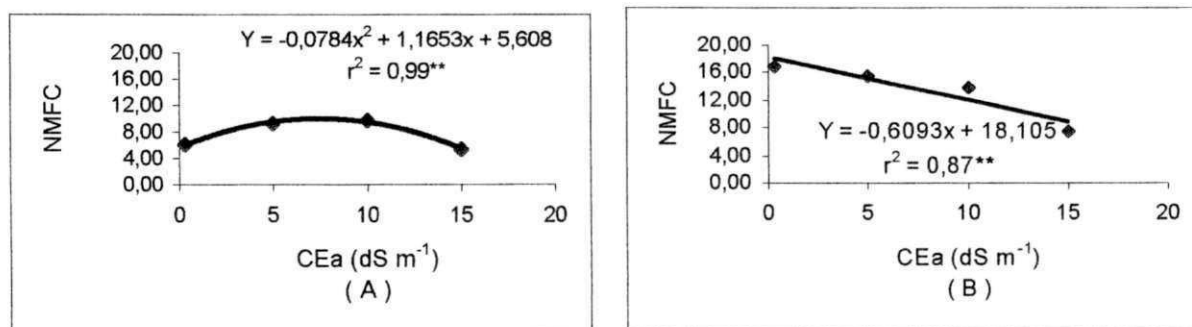


Figura 26: Número médio de frutos colhidos (NFCM) entre fevereiro e julho de 2001 (A) e entre agosto de 2001 e janeiro de 2002 (B) em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

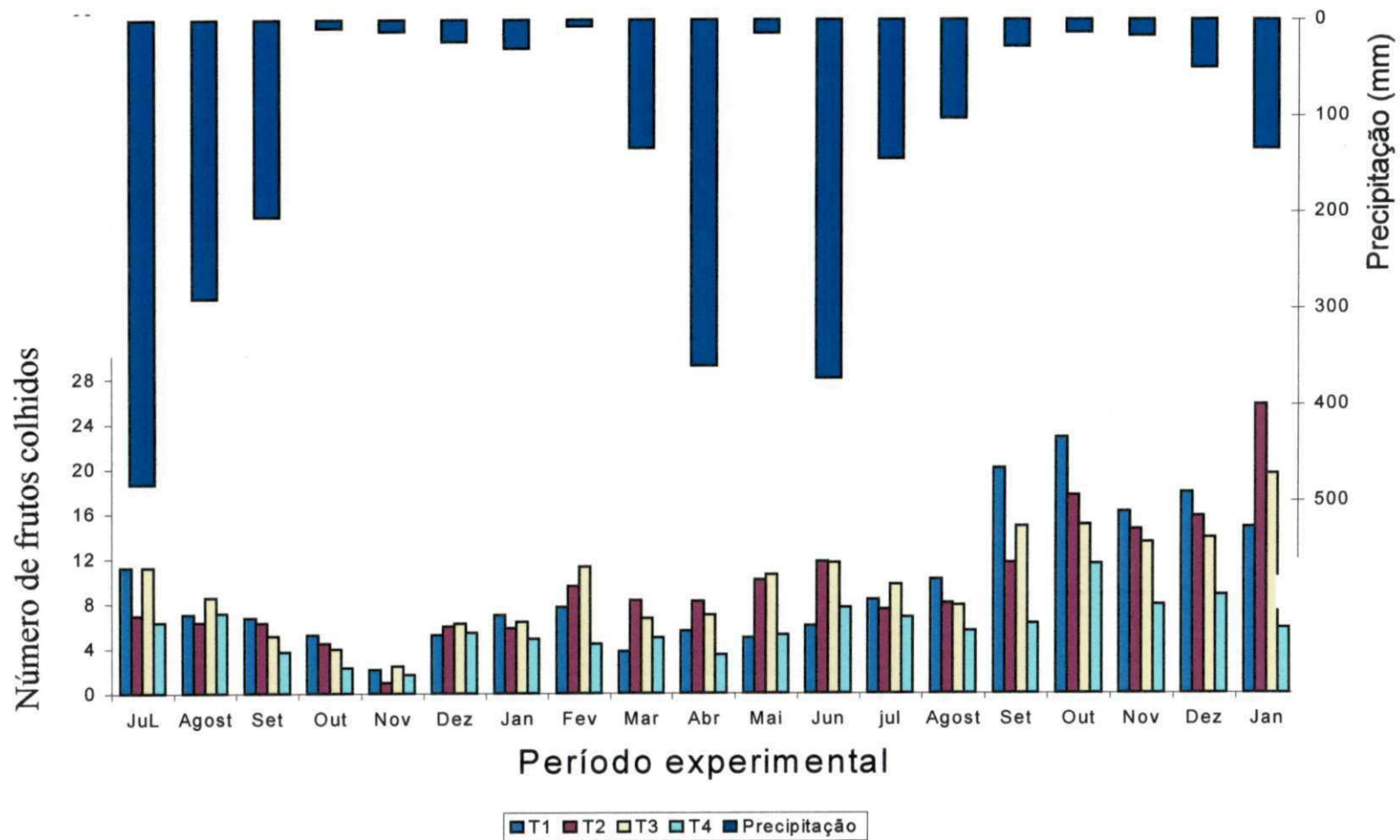


Figura 27: Produtividade média das plantas nas 19 colheitas mensais realizadas entre julho de 2001 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação, e precipitações pluviométricas ocorridas no período

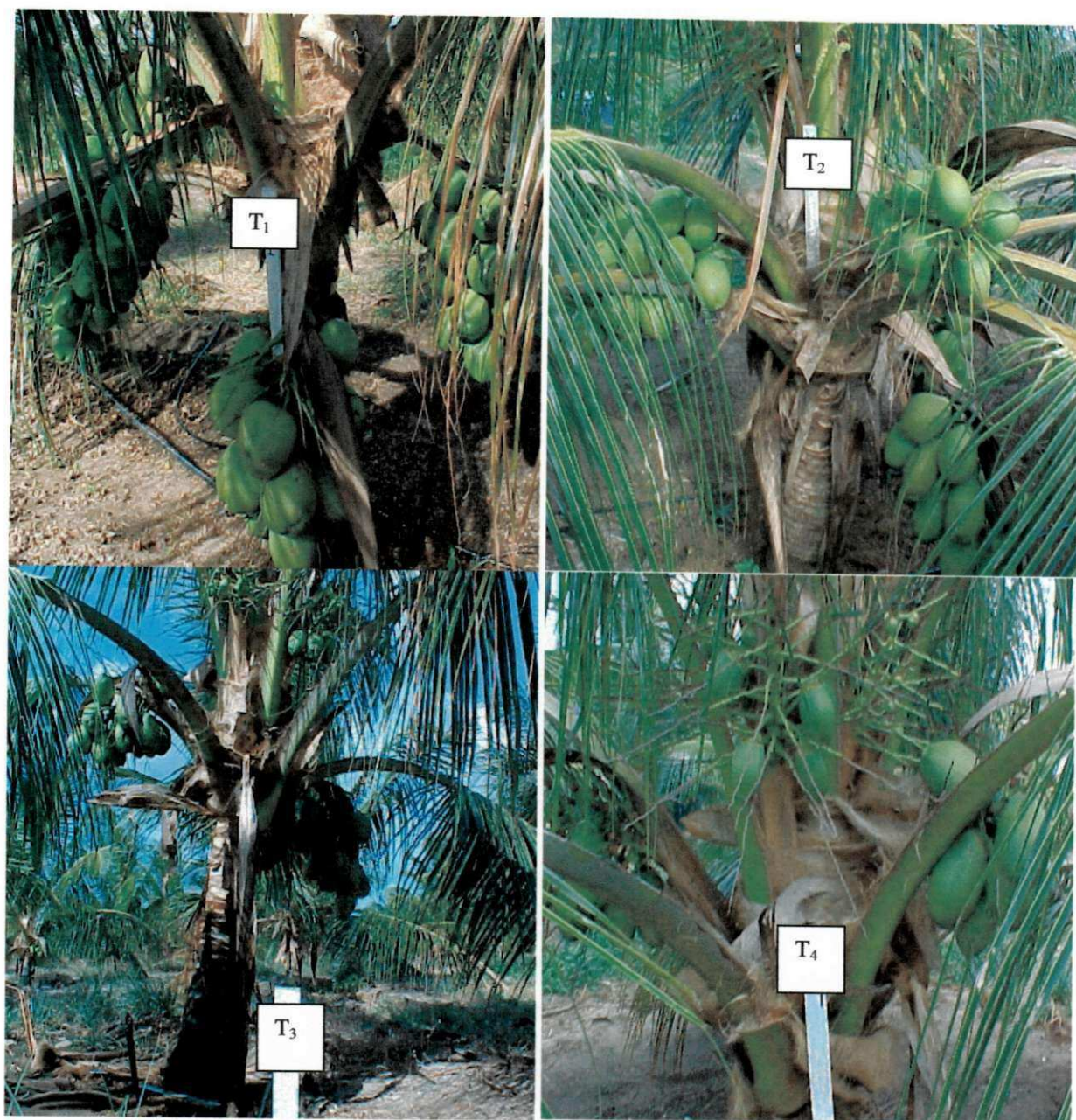


Figura 28: Aspecto produtivo das plantas em função da salinidade da água de irrigação de 0,1 (T₁), 5,0 (T₂), 10,0 (T₃) e 15,0 dS m⁻¹ (T₄), em novembro de 2001

4.3.4 Qualidade de frutos

A qualidade dos frutos do coqueiro é determinada por meio de atributos fenológicos, que variam de acordo com a cultivar e com o destino da produção. A variedade Anão presta-se em maior proporção à comercialização de coco verde *in-natura* para consumo da água de coco.

4.3.4.1 Peso médio e formato dos frutos

Os resumos da análise de variância para o peso de frutos (PFC) e o peso médio de frutos total (PMFT) considerando-se todas as colheitas (de julho de 2000 a janeiro de 2002) estão apresentados na Tabela 30. Exceto na colheita realizada em setembro de 2001, o PFC sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação nas colheitas realizadas a partir de novembro de 2000.

Os resultados obtidos estão de acordo com as informações de FAO (1984), segundo as quais o peso médio dos frutos no momento da colheita está relacionado às características genéticas (individual e varietal) e às condições edafo-climáticas durante o desenvolvimento dos cocos, sendo forte a influência dos fatores hídricos a partir do momento de formação do óvulo até a colheita

Os dados foram, também, interpretados agrupando-se o peso dos frutos por médias trimestrais. Houve redução linear significativa (Tabela 31) do peso médio de fruto colhido (PMFC) devido ao acréscimo da salinidade (CEa) em todos os períodos avaliados ($p < 0,01$). Em relação a T_1 e por incremento unitário da CEa, foram registrados decréscimos de 0,5% entre julho a setembro/2000, 3,30% entre janeiro a abril/2001, 1,79% entre agosto a outubro/2001 e 2,79% entre novembro de 2001 a janeiro de 2002.

Pelos resultados, nota-se que os efeitos negativos da salinidade sobre o PMFC aumentaram até o terceiro trimestre avaliado (jan-abr/2001), nos dois trimestres subsequentes (mai-jul/2001 e ago-out/2001) houve redução dos efeitos da salinidade sobre

o PMFC e novamente aumento entre novembro/2001 a janeiro/2002 (Figura 29 – A, B, C, D, E, F).

Além disso, ocorreu redução do PFC, inclusive no controle, a partir da colheita realizada em março de 2001 em relação às colheitas entre jul/2000 e jan/2001 (Tabela 30 e Figura 30). Por exemplo, os frutos de T₁ em agosto e dezembro/2000 pesavam, respectivamente, 2391,2 e 2287,3 g em média, enquanto em agosto e dezembro/2001 os valores eram de 2168,5 e 1845,9 g.

Em análise comparativa envolvendo os dados de produção e climáticos, nota-se que maiores precipitações em meses que antecedem a colheita favorecem a obtenção de frutos mais pesados e reduzem os decréscimos provocados pela salinidade da água de irrigação; os efeitos da chuva sobre o PFC foram evidenciados 2 a 3 meses após a intensificação das precipitações. O coqueiro (submetido ao estresse salino) retira, durante o período chuvoso, maior volume de água do solo, refletindo no aumento do tamanho dos frutos.

Ao longo do tempo (crescimento da cultura e aumento da produção) a lâmina de irrigação de 120 L dia⁻¹ adotada na maior parte do experimento (item 3.4.3) tornou-se, possivelmente, insuficiente às necessidades hídricas do coqueiro. Porém, mesmo com o aumento para 240 L dia⁻¹, a partir de novembro de 2001 (ver item 3.6.3), o PFC ainda permaneceu abaixo dos níveis observados no mesmo período do ano anterior, provavelmente devido ao elevado número de frutos por cacho, a partir de setembro de 2001. Segundo a FAO (1984) quanto maior o número de frutos por cacho menor será o peso médio dos frutos.

Observando-se o peso médio de frutos total (PMFT) nota-se terem sido pequenos os decréscimos provocados pela salinidade (2,03% por incremento unitário da CEa com base no controle) e mesmo as plantas irrigadas com águas de 10 dS m⁻¹ (T₃) tinham frutos com peso médio igual a 1696,5 g (Figura 29 G). De acordo com a FAO (1984) frutos de coqueiro alcançam de 1000 a 4000 g (1500g em média) e a variedade Anão produz frutos menores que a variedade Gigante.

Levando-se em consideração o PFC, pode-se inferir que, apesar das reduções observadas, os frutos das plantas irrigadas com águas de até 10 dS m⁻¹ (T₃) apresentavam bom potencial para comercialização, pois as médias do PFC estavam próximas à média geral proposta pela FAO (1984). Por outro lado, sabe-se que a redução no PFC desvaloriza os frutos, o que pode ser minimizado em situações de baixa oferta e/ou alta procura no mercado.

- **Fitomassa verde de fruto**

Utilizando-se do número de frutos colhidos e do peso médio de frutos, calculou-se a produção média mensal de fitomassa de frutos (FITM). Na Tabela 31 e Figura 29 (H) verifica-se redução linear significativa ($p \leq 0,01$) em função do incremento unitário da CEa, com decréscimos de 3,56 % por incremento unitário da salinidade (CEa) em relação a T₁. A fitomassa verde dos frutos estimada em T₂, T₃ e T₄ foi, respectivamente, equivalente a 83,3, 65,4 e 47,6% de T₁.

Embora os efeitos da salinidade da água de irrigação tenham ocorrido já a partir de T₂, os decréscimos provocados em virtude do aumento da salinidade (3,56% por incremento da CEa) foram relativamente pequenos, considerando-se que culturas consideradas tolerantes aos sais, como cevada, algodão, cana-de-açúcar, beterraba e tâmara, apresentam taxas de declínio na produção, respectivamente de 5,0, 5,2, 5,0, 7,0 e 3,6%, por incremento unitário da salinidade no extrato de saturação (CEes) (Shannon, 1997; Maas & Grattan, 1999). Além disso, pode-se observar produção média de 14,52 kg por planta/mês nas plantas irrigadas com água de 10 dS m⁻¹, valor por demais positivo se forem consideradas as estimativas de produção da EMBRAPA (item 4.3.3) para plantios irrigados (EMBRAPA, 1993).

- **Formato de frutos**

A partir de constatação visual da influência da salinidade da água de irrigação sobre o formato de frutos (FDF) de coqueiro no primeiro ano experimental, foram analisados entre julho de 2001 a janeiro de 2002 (13 ° a 19 ° colheita), através da relação largura/comprimento dos frutos (expressa em porcentagem) os efeitos de CEa sobre esta variável.

Nos meses de julho, agosto, setembro e outubro de 2001, não foi registrado efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre o formato dos frutos. No entanto, em novembro e dezembro/2001 a salinidade da água de irrigação afetou significativamente o FDF (Tabela 32) ocorrendo, nessas colheitas, decréscimos lineares ($p \leq 0,01$), de 0,84, 1,02 e 1,38%, respectivamente, por incremento unitário da CEa em relação ao T_1 (Figura 31). Na avaliação realizada em janeiro/2002, a largura dos cocos em T_4 era equivalente a 60% do comprimento, enquanto em T_1 esse valor era de 76%. No mês de agosto/2001 a largura dos cocos em T_4 era equivalente a 87% do comprimento, mesmo valor observado em T_1 .

Analisando-se os dados de FDF (Tabela 32) comparativamente aos de precipitação (Apêndice 1) constata-se que até dois meses após o final da estação chuvosa não houve efeito significativo da salinidade sobre o formato dos frutos; notam-se também, reduções gradativas do percentual da largura em relação ao comprimento dos frutos, em todos os tratamentos, com o avanço do período de menor ocorrência de chuvas. Esse fato evidencia que, diminuindo a disponibilidade hídrica no solo, ocorre modificação no formato dos frutos, que passa da forma cilíndrica a ovóide; por outro lado, os frutos voltam à forma cilíndrica durante os períodos chuvosos, o que demonstra que as plantas (irrigadas com águas salinas) recuperam a capacidade de retirar água do solo durante a época das chuvas.

A forma do fruto de coco varia de cilíndrica a ovóide, com os três lados separados por cumes facilmente reconhecíveis, sendo evidente que frutos arredondados apresentam melhor aparência e aceitação pelo mercado consumidor (FAO, 1984; Ferreira Neto, 2001). Na Figura 32 observa-se o formato dos frutos de coqueiro em agosto e novembro de 2001.

Tabela 30: Resumos de ANAVA e análise de regressão para peso de frutos colhidos por planta (PFC) mensal e peso médio de frutos total (PMCT) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	Peso dos frutos															PMFT			
		2000					2001					2002								
		jul	agos	set	out	nov	dez	jan	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	
		Quadrado Médio ^a																		
Salinid.	3	103,5 ^{ns}	12,8 ^{ns}	18,2 ^{ns}	135,6 ^{ns}	230,6 ^{**}	523,7 ^{**}	1900,8 ^{**}	783,7 ^{**}	453,7 ^{**}	323,1 ^{**}	482,2 ^{**}	492,9 ^{**}	405,9 ^{**}	180,8 ^{ns}	152,2 ^{**}	391,2 ^{**}	5343,0 ^{**}	641,3 ^{**}	395,4 ^{**}
Linear	1	73,8 ^{ns}	30,6 [*]	38,3 ^{ns}	398,7 ^{**}	636,2 ^{**}	1541,4 ^{**}	5301,0 ^{**}	2192,3 ^{**}	1121,6 ^{**}	618,2 ^{**}	1220,1 ^{**}	1401,7 ^{**}	1207,6 ^{**}	376,3 [*]	374,9 ^{**}	1143,4 ^{**}	15911,4 ^{**}	1726,1 ^{**}	1129,0 ^{**}
DR.	1	56,6 ^{ns}	1,8 ^{ns}	6,4 ^{ns}	4,3 ^{ns}	8,2 ^{ns}	6,4 ^{ns}	166,8 [*]	28,4 ^{ns}	153,3 ^{**}	229,1 ^{**}	60,5 [*]	40,2 ^{ns}	0,8 ^{ns}	68,7 ^{ns}	6,1 ^{ns}	11,9 ^{ns}	120,4 ^{ns}	18,1 ^{ns}	22,3 [*]
Bloco	4	55,6 ^{ns}	12,8 ^{ns}	18,7 ^{ns}	17,2 ^{ns}	1,4 ^{ns}	32,2 ^{ns}	42,5 ^{ns}	15,2 ^{ns}	7,3 ^{ns}	24,7 ^{ns}	44,1 [*]	15,9 ^{ns}	10,6 ^{ns}	91,7 ^{ns}	7,7 ^{ns}	75,5 ^{ns}	34,4 ^{ns}	16,3 ^{ns}	7,1 ^{ns}
Resíduo		47,9	5,5	45,6	42,9	8,8	40,2	24,0	10,7	6,2	16,5	11,7	17,5	20,1	52,4	19,1	25,2	90,6	18,5	4,2
CV (%)		11,89	3,19	8,93	8,07	3,83	10,7	8,7	7,68	5,81	8,42	6,78	7,72	7,8	13,5	8,87	10,7	6,74	9,06	3,63
(CEa) (dS m ⁻¹)		Média (g)																		
0,1		1850	2391,2	2479,5	2761,5	2724,7	2287,3	2600,7	1886,9	1782,9	1887,5	2035,5	2129,5	2168,5	2125,6	1685,6	1772,7	1845,9	2000,2	2158,7
5,0		1890	2306,2	2374,9	2641,3	2513,2	1948,6	1779,5	1375,1	1277,4	1385,9	1545,5	1730,5	1901,7	1758,2	1658,2	1589,7	1551,8	1500,3	1816,2
10,0		1980	2294,4	2370,9	2471,5	2293,1	1741,8	1547,5	1169	1291,5	1507,5	1461,5	1610,5	1693,8	1491,4	1604,6	1489,1	1355,4	1313,1	1696,5
15,0		1640	2277,6	2345,1	2396,9	2264,8	1526,9	1136,9	964,5	1067,8	1318	1324,5	1379	1504	1610,4	1318,3	1110,8	1062,9	1104,3	1499,1

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

^a Valores de Quadrado Médio foram multiplicados por 10⁻³

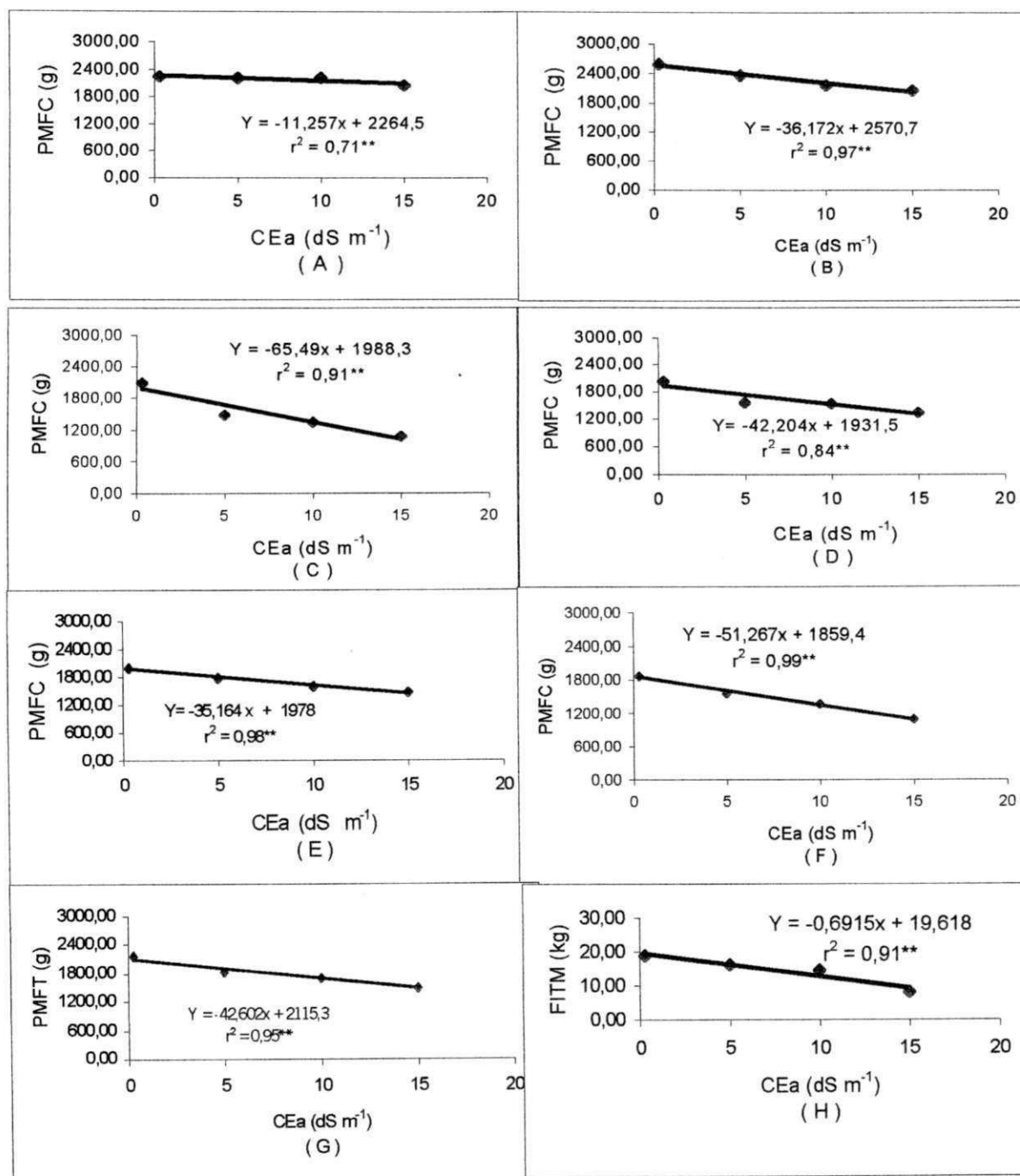


Figura 29: Peso médio de fruto colhido (PMFC) entre os meses de julho a setembro (A) e outubro a dezembro (B) de 2000; entre janeiro a abril (C), maio a julho (D) e agosto a outubro (E) de 2001, entre novembro de 2001 a janeiro de 2002 (F), peso médio de fruto total (PMFT) (G) e fitomassa média mensal dos frutos para todo o período de estudo - FITM (H) em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

Tabela 31: Resumos de ANOVA e análise de regressão para peso médio de fruto colhido (PMFC) (média de 3 colheitas subseqüentes) nos meses de julho a setembro e outubro a dezembro de 2000; de janeiro a abril, maio a julho e de agosto a outubro de 2001 e de novembro de 2001 a janeiro de 2002, e produção de fitomassa média mensal (FITM) para todo o período de estudo e valores médios observados dessas variáveis em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	PMFC jul-set	PMFC out-dez	PMFC jan-abr	PMFC mai-jul	PMFC ago-out	PMFC nov-jan	FITM
		Quadrado Médio ^a						
Salinidade	3	35,7**	270,3**	944,5**	425,1**	253,1**	535,2**	0,10**
Linear	1	76,4**	788,7**	2575,7**	1072,1**	745,7**	1584,4**	0,29**
DR.	1	10,8 ^{ns}	0,4 ^{ns}	102,6**	97,6**	0,1 ^{ns}	16,6 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Bloco	4	6,8 ^{ns}	9,3 ^{ns}	10,0 ^{ns}	17,2 ^{ns}	6,2 ^{ns}	15,3 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo		3,0	8,9	3,9	10,2	10,9	5,9	0,002
CV (%)		2,52	4,09	4,16	6,36	6,09	5,20	9,71
CEa (dS m ⁻¹)		Média (g)						
0,1		2240,4	2591,2	2092,2	2025,4	1993,15	1872,9	18,82
5,0		2207,04	2363,7	1477,7	1555,3	1779,3	1549,3	16,12
10,0		2215,1	2168,8	1336,7	1526,5	1596,6	1369,2	14,52
15,0		2054,3	2062,9	1062,4	1340	1477,5	1092,7	8,06

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

^a Valores de Quadrado Médio foram multiplicados por 10⁻³

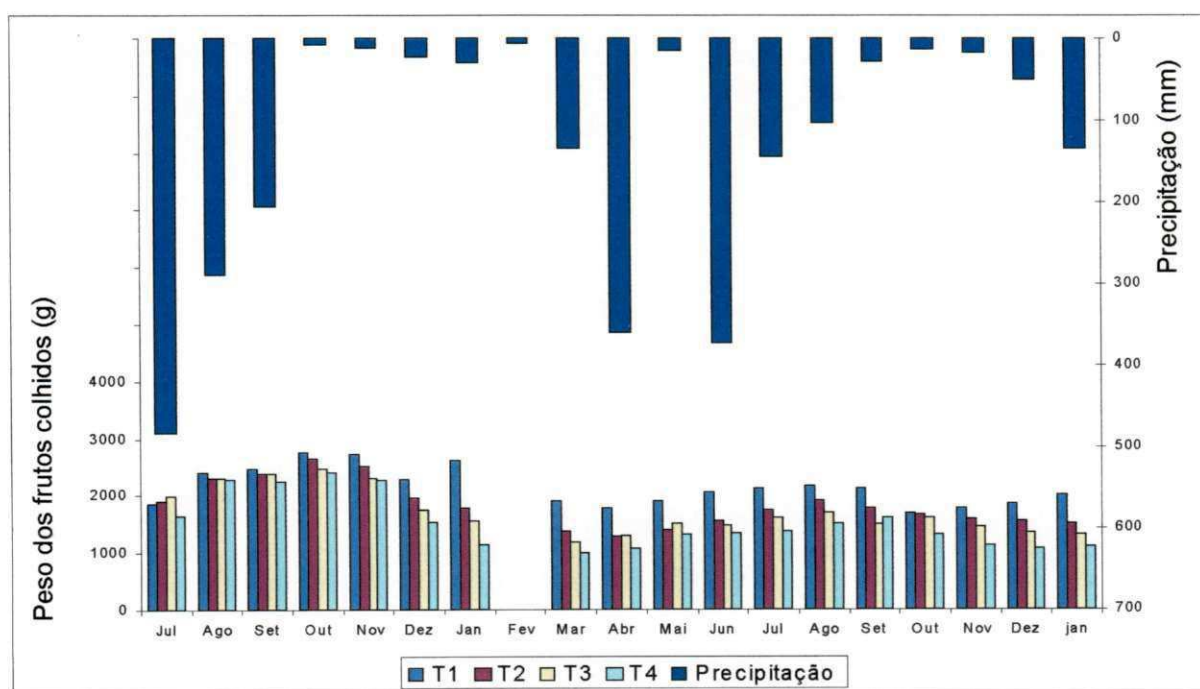


Figura 30: Comportamento do peso dos frutos colhidos (PFC) nas 19 colheitas mensais realizadas entre julho de 2001 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação e precipitações pluviométricas ocorridas no período

Tabela 32: Resumos de ANOVA e análise de regressão para formato do fruto (FDF) observado através da relação percentual entre a largura e o comprimento dos frutos, em colheitas mensais realizadas entre julho de 2001 e janeiro de 2002, e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	FDF jul	FDF ago	FDF set	FDF out	FDF nov	FDF dez	FDF jan
		Quadrado Médio						
Salinid.	3	9,63 ^{ns}	3,10 ^{ns}	5,75 ^{ns}	5,51 ^{ns}	79,49**	146,48**	262,30**
Linear	1	21,23 ^{ns}	7,85 ^{ns}	6,13 ^{ns}	1,97 ^{ns}	216,23**	356,15**	647,70**
DR.	1	7,68 ^{ns}	7,12 ^{ns}	10,56 ^{ns}	7,32 ^{ns}	13,63 ^{ns}	57,33 ^{ns}	34,38 ^{ns}
Bloco	4	36,42 ^{ns}	38,69 ^{ns}	9,71 ^{ns}	12,82 ^{ns}	12,28 ^{ns}	22,93 ^{ns}	8,40 ^{ns}
Resíduo		16,33	18,25	9,43	8,22	6,11	23,4	11,2
CV (%)		5,02	4,88	3,49	3,67	3,37	7,20	4,98
CEa (dS m ⁻¹)		Média (%)						
0,1		82	87	86	79	76	73	76
5,0		82	88	87	79	70	65	65
10,0		79	86	84	81	69	65	63
15,0		79	87	85	78	66	61	60

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

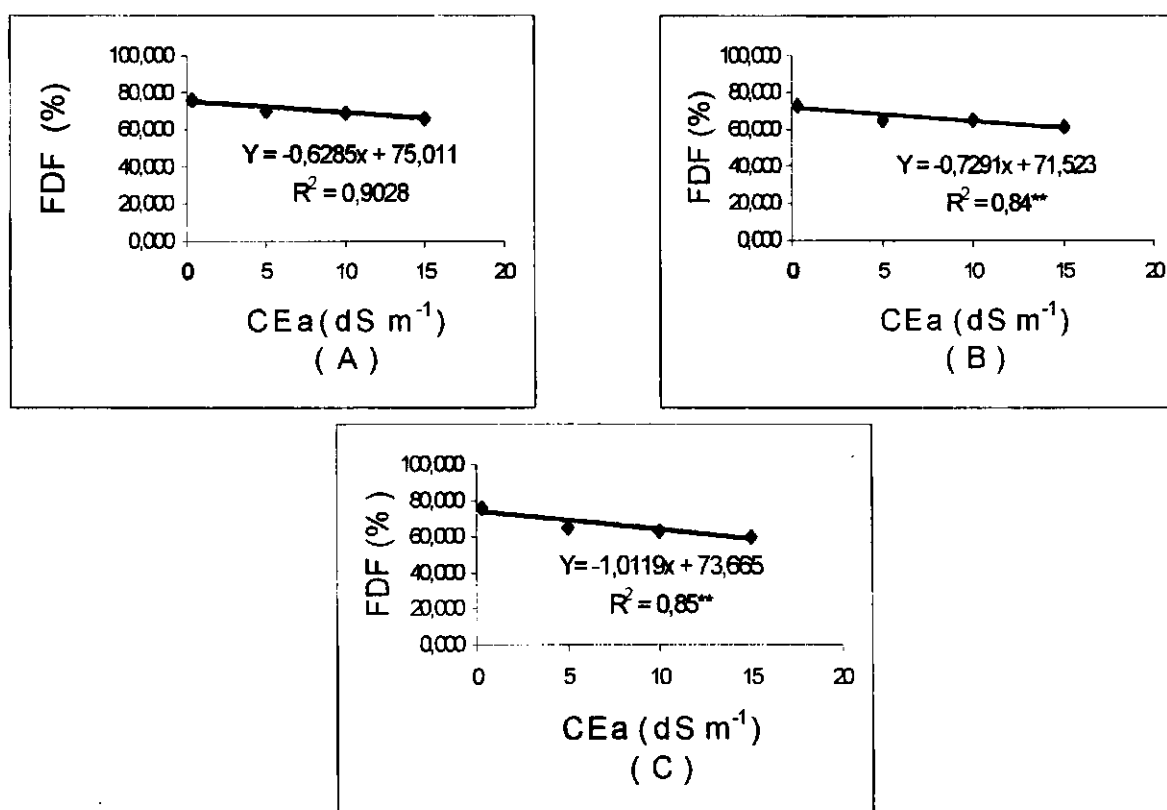


Figura 31: Formato dos frutos (FDF) avaliado através da relação largura/comprimento (expressa em termos percentuais) em novembro (A) e dezembro (B) de 2001 e janeiro (C) de 2002, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

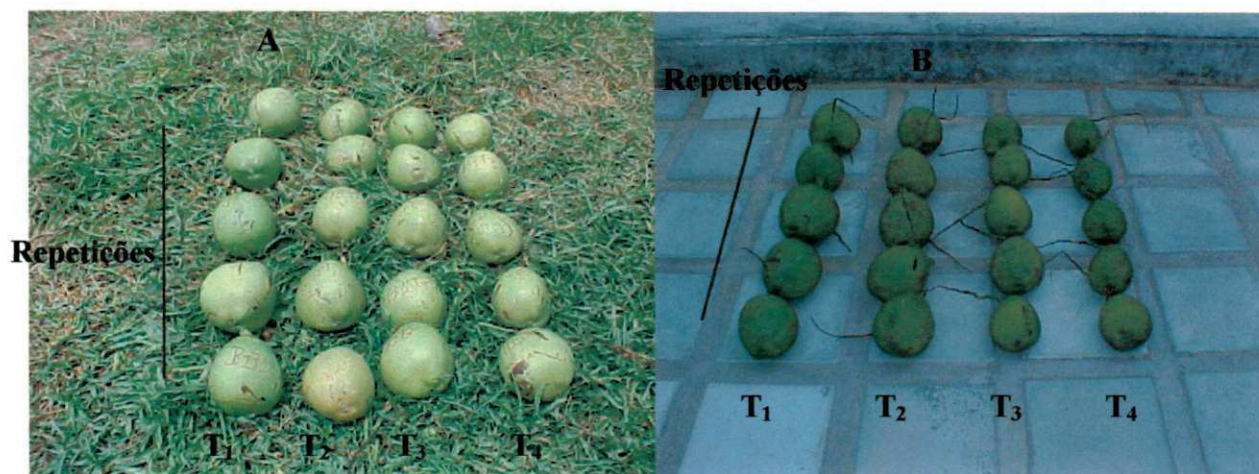


Figura 32: Aspecto do formato de frutos em função da salinidade da água de irrigação de 0,1 (T_1), 5,0 (T_2), 10,0 (T_3), e 15,0 (T_4) $dS\ m^{-1}$ em agosto (A) e novembro (B) de 2001

4.3.4.2 Volume de água de coco

O volume de água-de-coco (VAC) sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação em todas as colheitas (Tabela 33), excetuando-se as realizadas em agosto e setembro de 2000 (2^a e 3^a colheitas). Na colheita realizada em agosto de 2000, o volume de água de coco (VAC) em T_3 e T_4 foi maior que em T_1 , provavelmente influenciados pelas chuvas ocorridas três meses antes da colheita (cerca de 1300 mm - Apêndice I).

Analisando-se os dados médios de volume de água de coco (VMAC) por trimestre, resultando em seis grupos, obteve-se redução linear significativa, devido ao acréscimo da salinidade em todos os períodos avaliados (Tabela 34 e Figura 33 – A, B, C, D, E, F). Houve decréscimos de 0,79, 3,51, 4,33, 3,04, 2,47 e 3,63% por incremento unitário da salinidade em relação a T_1 , respectivamente nos períodos de julho a setembro, outubro a dezembro de 2000, janeiro a abril, maio a julho, agosto a outubro de 2001 e de novembro de 2001 a janeiro de 2002.

Observando-se esses dados e os apresentados na Figura 34, notam-se variações sazonais no volume médio da água de coco (VMAC), semelhantes às observadas para o peso médio dos frutos colhidos (PMFC) o que ocorreu, provavelmente, devido à influência das chuvas sobre essa variável. Além disso, pode-se notar que a elevação da CEa provocou decréscimos maiores no VMAC que no PMFC, em todos os períodos avaliados; este fato está relacionado, provavelmente, com a redução na absorção de água pelas raízes das plantas, em razão do baixo potencial osmótico no solo provocado pelo aumento da salinidade, além de mecanismos fisiológicos que restringem o acúmulo de água nos frutos, em condições hídricas desfavoráveis. Segundo este raciocínio, o volume de água de coco pode ser utilizado como importante parâmetro para se avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação em coqueiro.

Em termos de média geral (Figura 33 - G) para todo o experimento os volumes de água de coco, independente do nível de salinidade da água de irrigação, foram maiores que os volumes mínimos de produtos similares engarrafados: refrigerantes, sucos e água mineral, disponíveis no mercado com capacidade, em geral, de 250 mL.

De acordo com Jayalekshmy *et al.* (1988), o volume de água de coco por fruto no estágio tenro (época da colheita de coco verde) pode ser de até 600 mL, reduzindo-se consideravelmente após este período. Os referidos autores, estudando o volume de água de coco durante a maturação, encontraram valores máximos de 250 mL (estádio tenro) com redução para 55 mL na fase final de maturação. Segundo a FAO (1984) o volume de água de coco normalmente varia de 95 a 280 mL, sendo comuns as variações ocasionais de volume, mesmo em plantas conduzidas sem estresse salino.

Tabela 33: Resumos de ANAVA e análise de regressão para volume da água de coco mensal (VAC) e volume médio total (VACT) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	Volume de água-de-coco / ano / mês																	VACT	
		2000						2001						2002						
		jul	agos	set	out	nov	dez	jan	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez		jan
		Quadrado Médio ^a																		
Salinid.	3	117,5**	23,8 ^{ns}	298,1 ^{ns}	122,6*	416,4**	783,3**	402,4**	414,4**	2287,4**	404,6**	380,9**	377,0**	415,8**	226,4**	169,9*	272,0**	247,0**	73,4**	202,1**
Linear	1	260,0**	22,1 ^{ns}	314,3 ^{ns}	293,4**	1153,1**	2208,9**	1129,5**	1051,4**	6159,8**	538,2**	852,0**	954,2**	1071,3**	670,7**	385,7**	788,0**	728,9**	935,4**	511,9**
DR.	1	84,9 ^{ns}	43,7 ^{ns}	577,5 ^{ns}	24,1 ^{ns}	1,3 ^{ns}	23,7 ^{ns}	38,0 ^{ns}	32,0 ^{ns}	250,4 ^{ns}	320,2 [*]	82,6*	113,1 ^{ns}	38,2 ^{ns}	10,3 ^{ns}	55,8 ^{ns}	28,7 ^{ns}	9,2 ^{ns}	25,0*	23,5 ^{ns}
Bloco	4	33,9 ^{ns}	22,7 ^{ns}	553,3 ^{ns}	4,2 ^{ns}	15,4 ^{ns}	11,5 ^{ns}	2,8 ^{ns}	10,1 ^{ns}	540,3 ^{ns}	14,1 ^{ns}	18,3 ^{ns}	48,6 ^{ns}	21,4 ^{ns}	26,3 ^{ns}	31,7 ^{ns}	54,3*	16,3 ^{ns}	4,2 ^{ns}	23,5 ^{ns}
Resíduo		19,3	56,7	134,3	17,6	11,7	11,3	15,0	16,3	180,1	38,2	10,7	29,5	12,2	21,4	38,2	10,8	13,4	4,7	10,3
CV (%)		10,3	15,1	22,6	8,8	10,4	11,8	18,7	21,1	20,9	22,7	10,87	17,42	10,04	11,7	16,9	11,8	15,9	10,7	9,51
CEa (dS m ⁻¹)		Média (mL)																		
0,1		474	486	599	552	451	452	334	322	304	403	430	402,9	445,4	469,2	411,3	366	316	321	427,7
5,0		419	479	543	493	336	292	210	179	203	201	273	343,8	382,7	419,6	380	292	245	198	326,7
10,0		442	528	524	410	274	226	182	147	180,8	258	266	280,8	316,1	366,9	386	267	208	164	312,6
15,0		359	501	483	432	245	160	95	116	141	227	236	217,9	249,4	314,2	279	187	149	127	280,6

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

^a Valores de Quadrado Médio foram multiplicados por 10⁻²

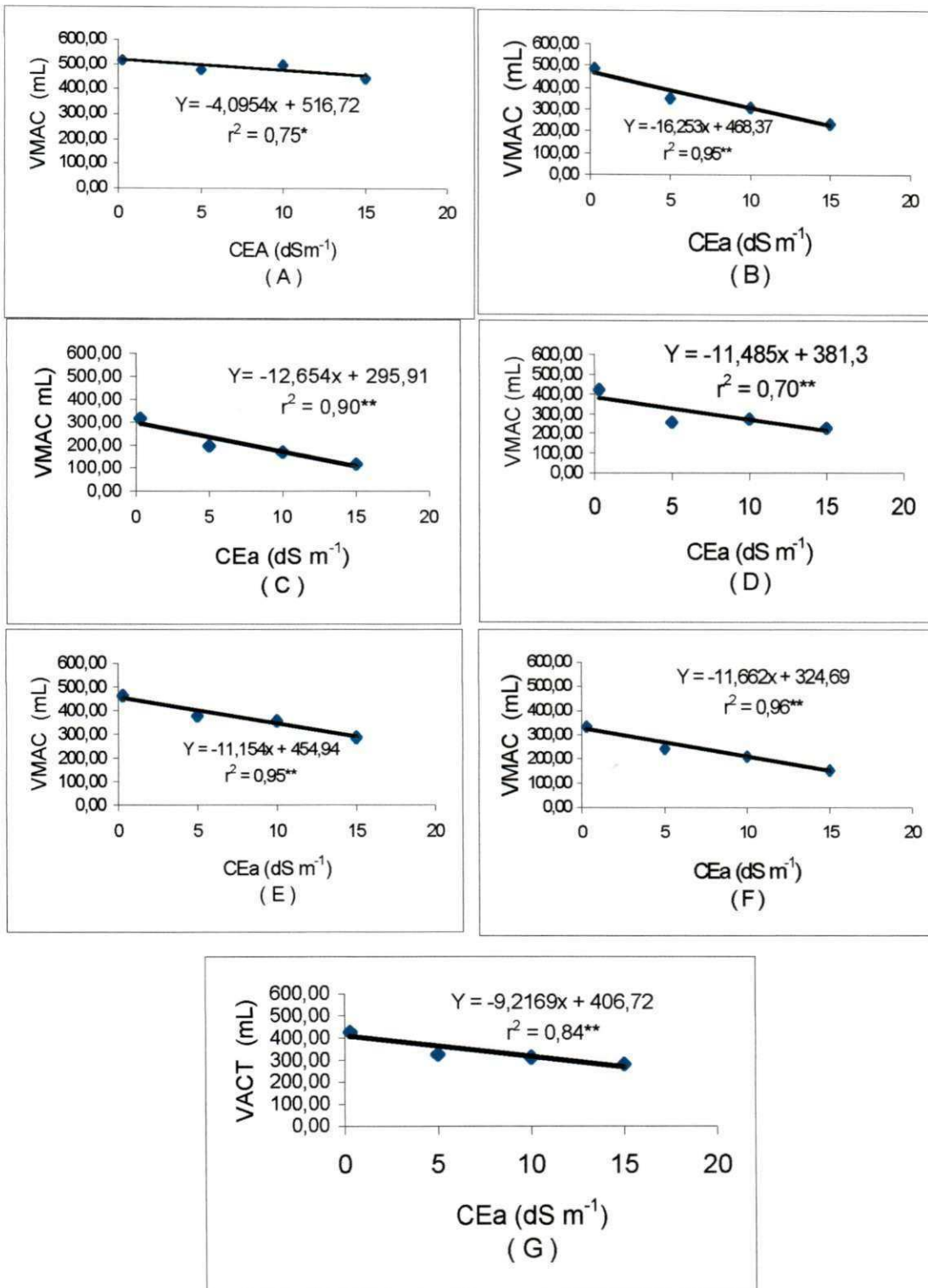


Figura 33: Volume médio de água-de-coco entre os meses de julho a setembro (A), outubro a dezembro (B) de 2000, janeiro a abril (C), maio a julho (D), agosto a outubro (E) de 2001, novembro de 2001 a janeiro de 2002 (F) e volume médio de água de coco total (VACT) (G) em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

Tabela 34: Resumos de ANAVA e análise de regressão para volume médio de água de coco (VMAC) (média em 3 colheitas subsequentes) nos meses de julho a setembro e outubro a dezembro de 2000; de janeiro a abril, maio a julho e de agosto a outubro de 2001 e de novembro de 2001 a janeiro de 2002, e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	VMACjul-set	VMACout-dez	VMACjan-abr	VMACmai-jul	VMACago-out	VMACnov-jan
		Quadrado Médio ^a					
Salinid.	3	45,10 ^{ns}	557,46**	387,97**	379,29**	263,21**	283,69**
Linear	1	101,04*	1592,66**	963,41**	795,23**	750,05**	817,28**
DR.	1	33,74 ^{ns}	38,35*	38,58*	160,75**	35,51 ^{ns}	19,74*
Bloco	4	12,06 ^{ns}	10,30 ^{ns}	11,56 ^{ns}	14,30 ^{ns}	8,44 ^{ns}	14,83*
Resíduo		17,48	5,18	5,72	15,21	10,17	3,93
CV (%)		8,61	6,58	11,96	13,25	8,61	8,38
CEa (dS m ⁻¹)		Média (mL)					
0,1		519,8	484,8	316	421,8	462,6	334,4
5,0		480,4	354,2	197,2	256,2	376,6	245
10,0		494,8	309	170	272,6	356,2	212
15,0		447,8	233	117	226,6	286,4	154

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

^a Valores de Quadrado Médio foram multiplicados por 10⁻²

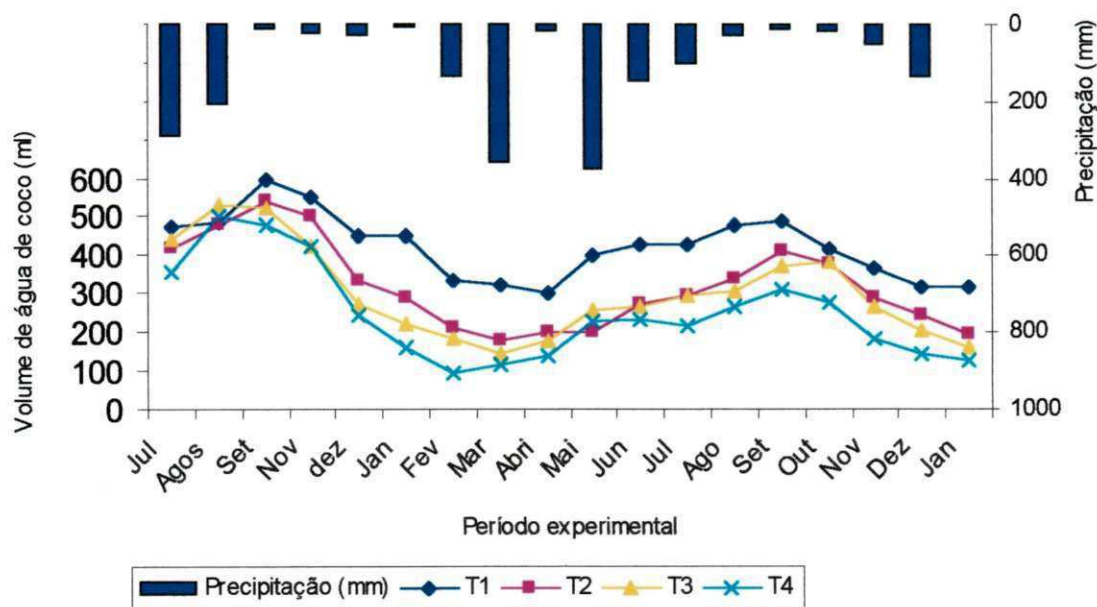


Figura 34: Volume de água de coco nas 19 colheitas mensais realizadas entre julho de 2000 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação

4.3.4.3 Qualidade de água de coco

Foram avaliados os efeitos da salinidade sobre características de qualidade da água de coco ($^{\circ}$ Brix, condutividade elétrica e acidez) em função da CEa, visto ser essa água, em condições sem estresse e obtida de frutos em estágio tenro, uma bebida esterilizada, agradável e nutritiva, usada na hidratação oral de crianças com problemas gastrointestinais, possuindo nível elevado de açúcares e sais minerais, com acidez moderada (Jayalekshmy *et al.*, 1988).

- $^{\circ}$ Brix

A salinidade da água de irrigação contribuiu significativamente (Tabela 35) para o aumento dos sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) nas observações realizadas em setembro, outubro, novembro, dezembro de 2000, abril, junho, julho, agosto e novembro de 2001 e em janeiro de 2002 e sobre o valor da média total ($^{\circ}$ BrixT).

O $^{\circ}$ Brix médio trimestral da água de coco ($^{\circ}$ BrixM) aumentou linearmente em função da elevação da salinidade ($p \leq 0,01$) nos períodos entre outubro e dezembro de 2000 e agosto a outubro de 2001; nos períodos de maio a julho e de novembro/2001 a janeiro/2002, o modelo quadrático representa a elevação desta variável com aumento da salinidade (Tabela 36 e Figura 35 - A, B, C e D).

De forma geral, houve aumento nos sólidos solúveis (açúcares) da água-de-coco quando as plantas foram irrigadas com águas salinas; em termos de média total ($^{\circ}$ BrixT) a tendência que melhor expressa o aumento $^{\circ}$ Brix é a quadrática (Figura 35 E). Houve pouca diferença nos valores de $^{\circ}$ BrixT entre os níveis T₂, T₃ e T₄; as médias gerais do $^{\circ}$ BrixT em T₂, T₃ e T₄ foram, respectivamente, 9,5, 9,7 e 10,2% maiores que do controle (T₁).

Analisando-se os dados mensais de $^{\circ}$ Brix, comparativamente com o de precipitação pluvial (Figura 36), pode-se constatar, de forma semelhante ao observado para o peso, formato dos frutos e volume de água de coco, que houve influência da ocorrência de chuvas sobre esta variável em todos os tratamentos estudados. Baixas precipitações em meses antecedentes às colheitas provocaram elevação nos valores de $^{\circ}$ Brix.

Ocorreu aumento nos teores de açúcar da água de coco com incremento da salinidade, o que, provavelmente, pode valorizar os frutos produzidos em condições de estresse salino. Segundo FAO (1984) e Jayalekshmy *et al.* (1988) durante o período tenro dos frutos, o $^{\circ}$ Brix da água de coco, normalmente, varia de 5,39 a 6,55%; neste trabalho, os valores de $^{\circ}$ Brix variaram de 4,52 em T₁ a 7,38 em T₄.

Tabela 35: Resumos de ANAVA e análise de regressão para °Brix da água de coco mensal e °Brix médio total (°BrixT) e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	° Brix da água de coco ano / mês															°BrixT		
		2000					2001					2002							
		jul	agos	set	out	nov	dez	jan	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	nov		dez	jan
		Quadrado Médio																	
Salinid.	3	0,31 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,56**	0,44**	1,47**	0,74*	0,51 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,70**	0,54 ^{ns}	1,17**	0,46**	0,51*	0,15 ^{ns}	1,71**	0,44 ^{ns}	0,50**	4,38**
Linear	1	0,88*	0,06 ^{ns}	0,28**	1,22**	4,32**	2,19**	0,50 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,68 ^{ns}	2,53**	1,29**	1,00*	0,21 ^{ns}	4,59**	0,08 ^{ns}	0,51**	8,42**
Quad	1	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,84**	0,50**	0,62 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,12*	0,80**	3,74**
DR.	1	0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,35*	0,001 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,35*	0,04 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,20*	0,95**
Bloco	4	0,08 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,17*	0,17 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Resíduo		0,121	0,158	0,046	0,022	0,087	0,203	0,333	0,319	0,11	0,34	0,04	0,07	0,12	0,15	0,10	0,17	0,03	0,08
CV (%)		7,33	8,16	4,02	2,51	4,52	6,91	9,23	9,35	6,15	10,82	3,23	4,38	5,81	6,89	4,73	6,56	2,75	1,36
CEa (dS m ⁻¹)		Média (%)																	
0,1		4,52	4,80	4,92	5,40	5,88	6,08	6,25	6,06	5,04	5,28	5,48	5,64	5,52	5,3	5,96	6,05	6,24	5,49
5,0		4,60	4,80	5,48	5,86	6,28	6,40	5,92	6,32	5,88	6,08	6,38	6,02	6,12	5,67	6,82	6,70	7,01	6,01
10,0		4,80	5,00	5,35	6,13	6,84	6,60	6,52	5,98	5,72	5,84	6,36	6,14	6,18	5,62	6,69	6,57	6,89	6,02
15,0		4,08	4,90	5,72	6,26	7,08	7,00	6,55	5,80	5,32	5,96	6,56	6,36	6,18	5,62	7,38	6,27	6,80	6,05

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

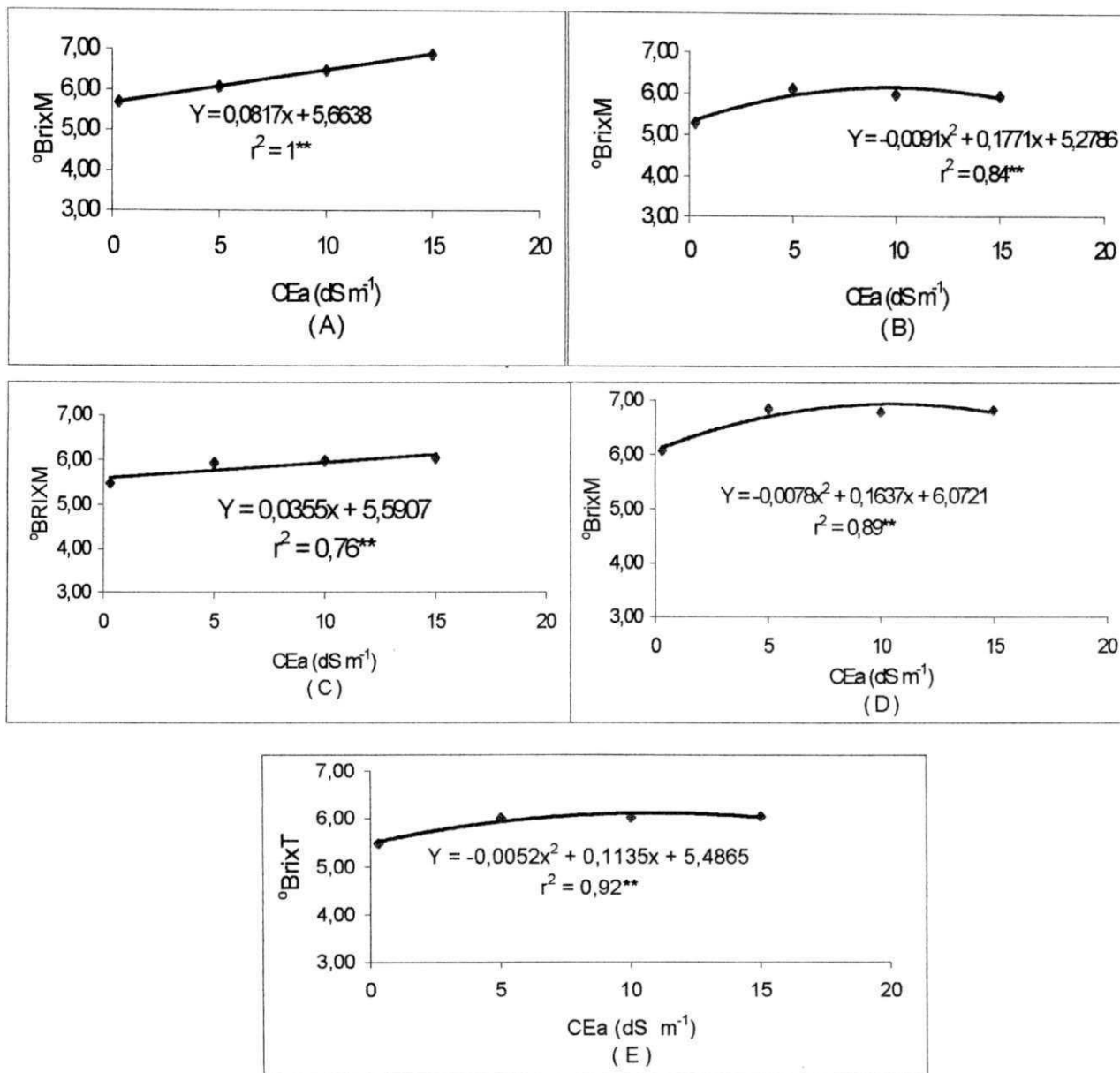


Figura 35: °Brix médio da água-de-coco (°BrixM) (média de 3 colheitas subsequentes) nos meses de outubro a dezembro de 2000 (A), maio a julho (B) e agosto a outubro (C) de 2001, e de novembro de 2001 a janeiro de 2002 (D) e °Brix médio total (°BrixT) (E) em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

Tabela 36: Resumos de ANOVA e análise de regressão para °Brix médio de água-de-coco (°BrixM) (média de 3 colheitas subseqüentes) nos meses de julho a setembro e outubro a dezembro de 2000; de janeiro a abril, maio a julho e de agosto a outubro de 2001 e de novembro de 2001 a janeiro de 2002, e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	°BrixM jul-set	°BrixM out-dez	°BrixM jan-abr	°BrixM mai-jul	°BrixM ago-out	°BrixM nov-jan
Quadrado Medio							
Salinid.	3	0,045 ^{ns}	1,347**	0,06 ^{ns}	0,721**	0,327**	0,688**
Linear	1	0,114 ^{ns}	4,038**	0,144 ^{ns}	0,87**	0,744**	1,151**
Quad	1	0,0006 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,0196 ^{ns}	0,961**	0,182 ^{ns}	0,689**
DR.	1	0,022 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,332*	0,054 ^{ns}	0,223**
Bloco	4	0,029 ^{ns}	0,046 ^{ns}	0,118 ^{ns}	0,035 ^{ns}	0,0099 ^{ns}	0,051
Residuo		0,53	0,078	0,033	0,054	0,051	0,023
CV (%)		4,6	4,46	2,91	4,0	3,85	2,39
Média							
CEa (dS m ⁻¹)							
0,1		4,87	5,69	6,15	5,27	5,48	6,07
5,0		5,02	6,07	6,22	6,11	5,93	6,84
10,0		4,98	6,48	6,29	5,97	5,99	6,79
15,0		5,10	6,89	6,37	5,94	6,05	6,82

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

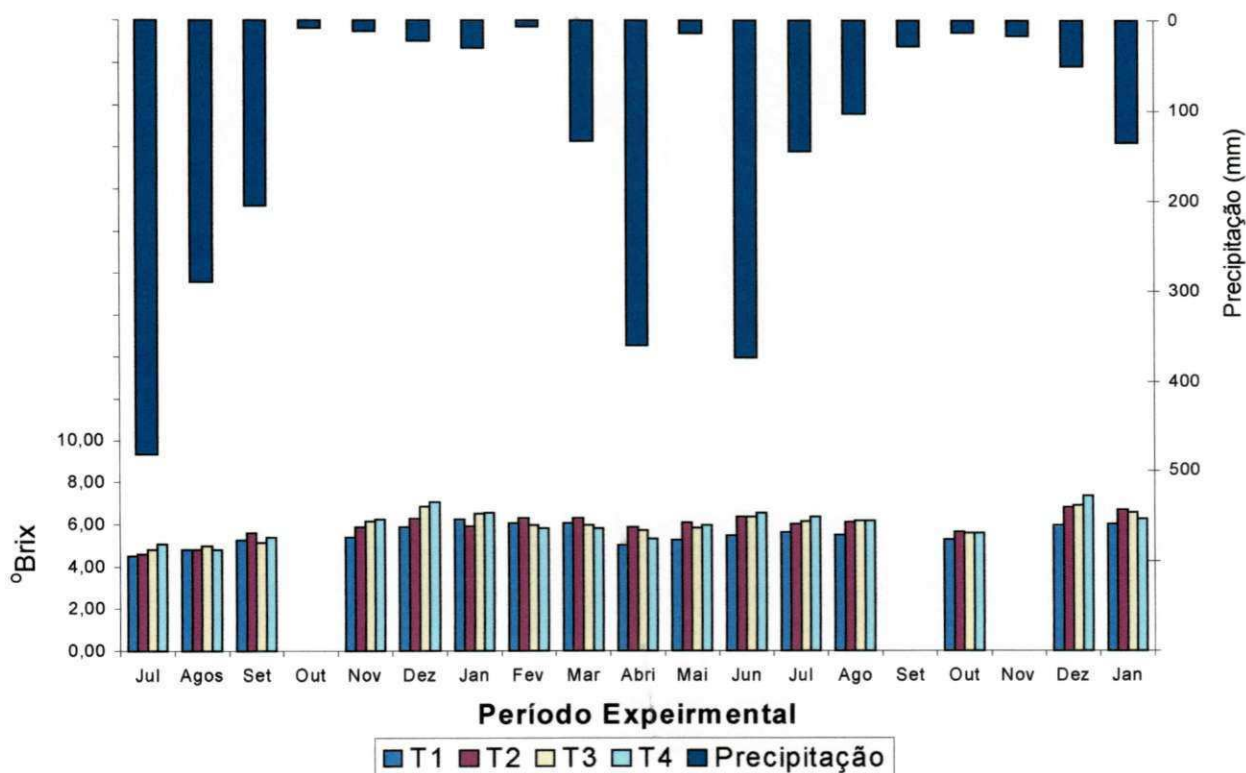


Figura 36: Comportamento do °Brix da água-de-coco em 17 colheitas mensais realizadas entre julho de 2001 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação ($T_1=0,1$, $T_2=5,0$, $T_3=10,0$, e $T_4=15$ dS m⁻¹) e precipitações pluviométricas ocorridas no período

- **Condutividade elétrica da água de coco**

O estudo das alterações da condutividade elétrica da água de coco (CEac) em função do incremento da CE da água de irrigação reverte-se de destacada importância, uma vez que alterações nessa variável podem alterar o valor nutritivo e o sabor da água de coco e os conteúdos de reserva do endoderma (Jayalekshmy *et al.*, 1988).

Na análise de variância para CEac, cujo resumo se encontra na Tabela 37, observa-se efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre a CE da água de coco em todas as avaliações, exceto nas referentes a novembro/2000, maio, junho e julho de 2001. Em termos de média para todo o experimento (CEacT) constatou-se aumento linear com acréscimos de 0,86% por incremento unitário da CEa relativo a T₁ (Figura 37); a CEacT em T₂, T₃ e T₄ foi, respectivamente, 2,75, 8,45 e 12,77% maior que em T₁.

Foram registradas elevações dos valores de CEac em todos os níveis de salinidade estudados, nos períodos de menor ocorrência de chuvas (principalmente entre outubro de 2001 a janeiro de 2002) em relação aos de maior precipitação (Tabela 37 e Figura 38). Este fato se deve, provavelmente, à maior diluição de sais no complexo solo-planta e, em consequência, menor estresse salino durante o período das chuvas. Outro fator que pode ter influenciado os resultados desta variável durante esses meses, foi o aumento no volume de água de coco diminuindo, assim, a CEac.

Jayalekshmy *et al.* (1988) relatam que a CE da água de coco, diferentemente da acidez, varia pouco durante o processo de formação dos frutos. Os referidos autores encontraram variação do conteúdo mineral de 530 a 650 mg/100g de água de coco durante os vários estágios de maturação.

Possivelmente a elevação dos níveis de CEac, devido ao incremento da salinidade da água de irrigação, não exerce influência marcante no sabor da água de coco e, conseqüentemente, no valor comercial dos frutos, pois mesmo o nível máximo de CEac observado neste experimento (7,66 dS m⁻¹) esteve abaixo do valor máximo observado por Jayalekshmy *et al.* (1988) em condições sem estresse (aproximadamente 9 dS m⁻¹). Além disso, de acordo com Ferreira Neto (2001) em determinadas regiões do Brasil existe preferência palatável pela água-de-coco com sabor salobro, em relação ao sabor mais adocicado sendo, neste caso, o aumento do °Brix compensado pela elevação da CEac, balanceando o sabor que, provavelmente, teria boa aceitação no mercado consumidor.

Tabela 37: Resumos de ANAVA e análise de regressão para CE da água de coco (CEac) mensal e CE da água de coco média total (CEacT), e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	CE da água-de-coco														CEacT		
		2000					2001					2002				Jan		
		set	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Jan	
		Quadrado Médio ^a																
Salinid.	3	18,5**	1,4 ^{ns}	22,0**	98,4**	58,0**	113,1**	32,5**	12,0 ^{ns}	10,2 ^{ns}	17,3 ^{ns}	11,7*	52,8**	107,1**	407,0**	336**	171,6**	4,8*
Linear	1	55,1**	2,8 ^{ns}	37,4**	281,9**	171,8**	328**	88,0**	27,6 ^{ns}	24,7*	48,0**	25,8*	29,2**	238,5**	1150**	948,0**	492**	11,9**
DR.	1	0,1 ^{ns}	0,6 ^{ns}	9,6 ^{ns}	13,2 ^{ns}	0,5 ^{ns}	2,9 ^{ns}	2,1 ^{ns}	1,7 ^{ns}	4,3 ^{ns}	3,4 ^{ns}	3,6 ^{ns}	8,3 ^{ns}	60,4*	55,2*	29,5*	8,3 ^{ns}	0,8 ^{ns}
Bloco	4	1,8 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,0 ^{ns}	15,9 ^{ns}	12,5 ^{ns}	2,9 ^{ns}	6,6 ^{ns}	20,8 ^{ns}	9,6 ^{ns}	19,0*	9,9*	11,2**	14,2 ^{ns}	4,2 ^{ns}	10,8 ^{ns}	6,8*	1,9 ^{ns}
Resíduo		2,7	1,2	3,2	5,6	4,2	5,4	5,0	6,0	4,0	5,0	3,0	2,0	9,0	10,0	6,0	2,0	1,0
CV (%)		3,65	2,41	3,71	4,68	3,86	4,41	4,47	4,7	3,7	4,39	3,5	2,93	4,65	5,09	3,64	2,15	5,82
CEa (dS m ⁻¹)		Média (dS m ⁻¹)																
0,1		4,24	4,436	4,500	4,50	4,875	4,76	4,82	4,7	4,82	4,81	4,51	4,53	5,74	5,27	5,76	5,75	5,15
5,0		4,36	4,57	4,94	4,96	5,22	5,06	5,07	5,03	5,04	4,85	4,77	4,93	6,57	6,06	6,30	6,45	5,30
10,0		4,526	4,553	4,88	5,08	5,30	5,32	5,36	5,06	5,02	5,08	4,77	5,01	6,42	6,30	6,59	6,74	5,34
15,0		4,68	4,586	4,93	5,58	5,775	5,88	5,37	5,1	5,14	5,17	4,83	5,34	6,82	7,48	7,66	7,13	5,85

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

^a Os valores de Quadrado Médio foram multiplicados por 10²

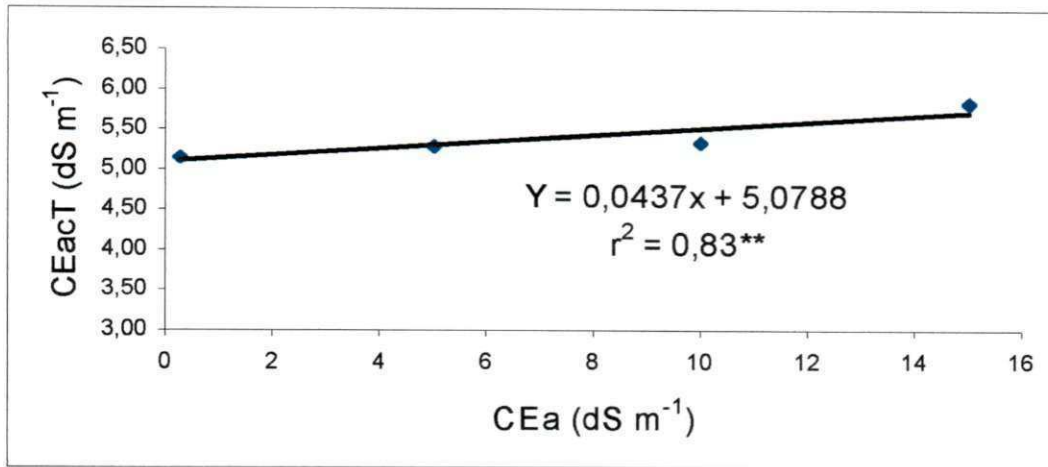


Figura 37: Condutividade elétrica da água-de-coco (CEacT), média durante todo período de estudo, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

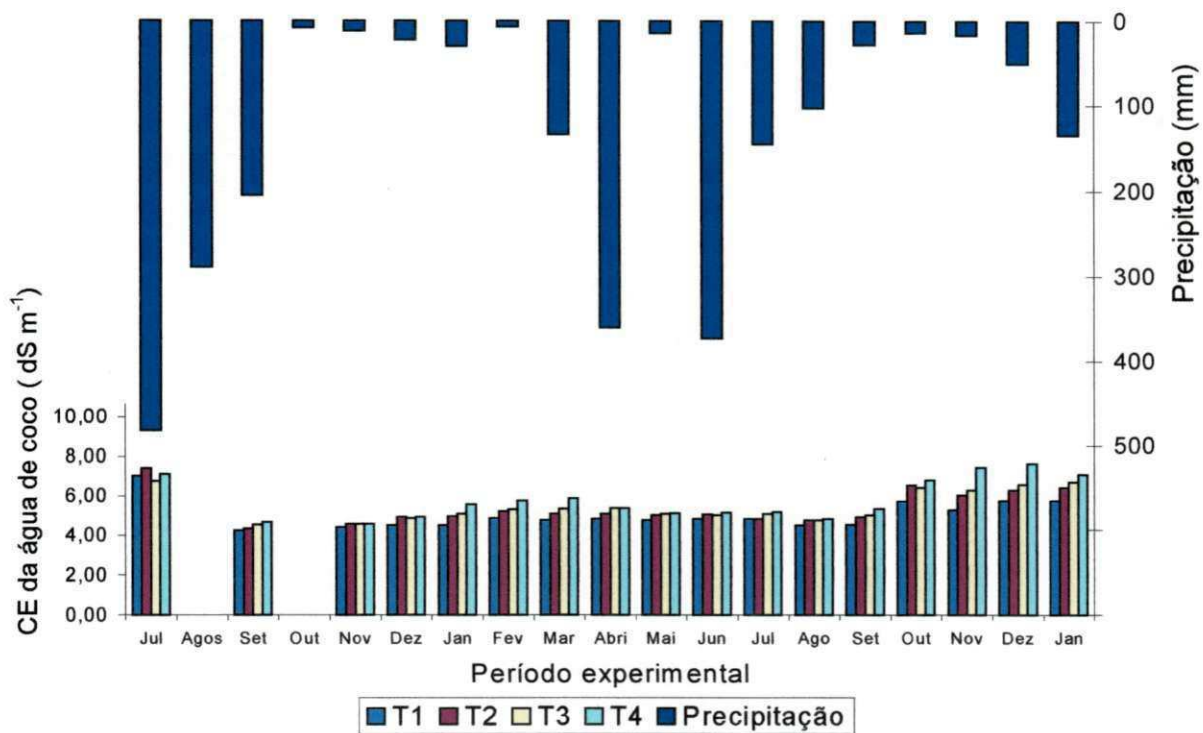


Figura 38: Comportamento da CE da água de coco (CEac) em 16 colheitas mensais realizadas entre setembro de 2001 e janeiro de 2002, em função da salinidade da água de irrigação e precipitações pluviométricas ocorridas no período

- **Acidez total titulável e pH**

Os resumos das análises de variância para acidez total titulável (Att) da água-de-coco nas diversas colheitas realizadas e a média total para todas as avaliações (acidez total titulável média - AttM) estão apresentados na Tabela 38. A acidez total titulável (Att) da água-de-coco foi afetada significativamente pela CEa nas avaliações realizadas em setembro/2000, maio, junho, julho, setembro e novembro de 2001, mas sem efeito significativo nas colheitas de dezembro/2001, março, abril, agosto e dezembro de 2001. Em termos médios gerais (AttT) foi afetada pela salinidade da água de irrigação.

Na Figura 39 vê-se que a CEa afetou a acidez total (AttM) da água de coco, com tendência quadrática na AttM. Naturalmente, alterações na acidez durante o período da colheita do coco verde podem modificar a palatabilidade da água de coco, prejudicando o valor comercial dos frutos.

Apesar das diferenças significativas observadas na AttT, as amplitudes entre os tratamentos foram baixas, mesmo se considerando as maiores diferenças como as observadas entre tratamentos entre T₂ e T₄, houve pequena variação (AttT em T₄ foi 10,48% menor que do T₂). Além disso, as variações nos valores de Att entre os tratamentos (avaliações mensais) nem sempre apresentaram a mesma tendência.

Ocorreu, também, pequena variação nos valores de pH, com valor médio próximo a 4,8 (Apêndice V) semelhante ao observado por Jayalekshmy *et al.* (1988) em condição de não estresse, também, em frutos com 6 meses de idade.

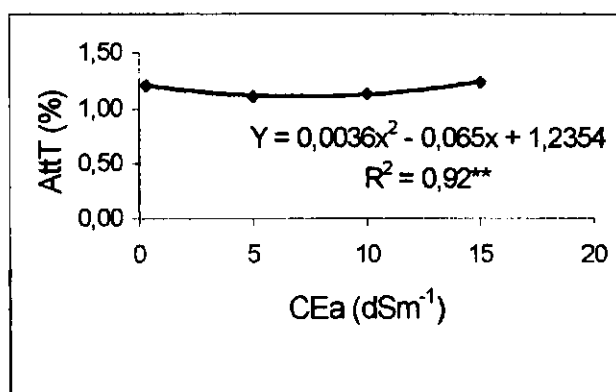


Figura 39: Acidez total titulável da água-de-coco (AttT) durante todo o período de estudo, em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

Tabela 38: Resumos de ANAVA e análise de regressão para acidez total titulável (Att) da água-de-coco mensal e Att média total (AttT), e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	Acidez total titulável da água de coco / ano / mês											AttT
		2000		2001									
		set	dez	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	nov	dez	
		Quadrado Médio ^a											
Salinid.	3	3,8**	3,9 ^{ns}	9,5 ^{ns}	2,1 ^{ns}	29,0*	17,0**	11,4*	2,1 ^{ns}	4,7*	29,9**	12,9 ^{ns}	1,8*
Linear	1	10,1**	9,5 ^{ns}	1,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	6,3 ^{ns}	93,4**	24,3**	0,01 ^{ns}	13,5**	85,0**	29,2 ^{ns}	0,3 ^{ns}
Quad	1	0,2 ^{ns}	2,1 ^{ns}	26,9*	6,1*	56,5**	17,3*	7,3 ^{ns}	1,3 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,6 ^{ns}	5,2**
DR.	1	0,9 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,01 ^{ns}	24,0*	0,2 ^{ns}	2,6 ^{ns}	1,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	3,8 ^{ns}	7,8 ^{ns}	0,1 ^{ns}
Bloco	4	1,2 ^{ns}	2,9 ^{ns}	1,4 ^{ns}	0,8 ^{ns}	6,1 ^{ns}	3,9 ^{ns}	1,5 ^{ns}	4,4 ^{ns}	1,8 ^{ns}	11,8 ^{ns}	15,0 ^{ns}	0,4 ^{ns}
Resíduo		1,0	3,0	3,0	1,0	5,0	2,0	2,0	2,0	1,0	4,0	23,0	0,5
CV (%)		9,8	27,18	18,9	12,29	29,26	12,4	15,51	12,09	8,77	12,95	20,96	6,14
CEa (dS m ⁻¹)		Média (%)											
0,1		0,95	0,81	0,98	0,97	1,33	1,42	1,17	1,15	1,16	1,17	2,12	1,21
5,0		0,99	0,66	0,75	0,97	0,78	1,11	0,92	1,09	1,27	1,46	2,28	1,11
10,0		1,12	0,62	0,80	0,96	1,00	1,01	0,91	1,03	1,30	1,53	2,22	1,13
20,0		1,12	0,60	1,03	1,02	1,09	0,06	0,87	1,17	1,42	1,75	2,50	1,24

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

^a Os valores de Quadrado Médio foram multiplicados por 10²

4.3.5 Composição mineral

4.3.5.1 Folhas

Pelos resumos da análise de variância para os teores dos nutrientes nas folhas de coqueiro de número 9, 14 e 18, contadas a partir do ápice das plantas (Tabela 39) observa-se que a salinidade da água de irrigação exerceu efeitos significativos sobre os teores de sódio (Na) em todas as folhas analisadas, com tendência crescente quadrática em função do incremento de CEa (Figura 40 – A, B, C).

Verificou-se, também, efeito significativo da CEa sobre os teores de cloreto (Cl) (folhas 14 e 18) potássio (K) e magnésio (Mg) (folhas 9 e 14) conforme se observa na Tabela 39. O modelo quadrático expressa o aumento do Cl (folha 14 e 18) e K (folha 14) em função da CEa (Figura 40 – D, E, F); houve tendência de estabilização dos teores de Cl e K nas folhas a partir de T₂. Os níveis de Mg nas folhas 9 e 14 apresentaram tendência decrescente quadrática em função do aumento da CEa (Figura 40 – G, H) com reduções máximas de 16,1% em T₃ e T₄ (folha 14). Os teores de Cl, Na e K (folha 14) nos tratamentos T₂, T₃ e T₄ foram, respectivamente, 20,8, 31,3 e 34,3%; 47,6, 52,3, e 61,9% e 10,7, 9,2 e 10,7% maiores que no controle (T₁).

A salinidade da água de irrigação não afetou significativamente os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), boro (B), zinco (Zn), Cobre (Cu) e Ferro (Fe) em nenhuma das folhas analisadas.

Magat *et al.* (1988) também observaram aumento quadrático nos teores de Cl nas folhas de coqueiro com aplicações crescentes de NaCl até 7,04 kg/planta/ano na forma sólida; esses autores, semelhante ao observado neste trabalho verificaram, na folha 14, tendência de estabilização da concentração de Cl a partir de teores maiores de 7 g kg⁻¹; o teor máximo de Na nas folhas foi igual a 0,71 g kg⁻¹, não havendo diferença significativa para os outros elementos analisados.

Braconnier & d'Auzac (1989) estudando o efeito da aplicação de cloreto de sódio para suprir deficiência em Cl no coqueiro híbrido (PB 121), observaram que as maiores produções foram obtidas com níveis de Cl na folha 14 próximos a 6 g kg⁻¹, com níveis máximos de sódio próximos a 2,5 g kg⁻¹. Neste experimento observou-se que as maiores produções foram obtidas em T₁, cujo teor de Cl na folha 14 era de 6,7 g kg⁻¹; constatou-se queda na produção das plantas em T₂,

T₃ e T₄ que apresentaram, respectivamente, teores de Cl de 8,1, 8,8, e 9,0 g kg⁻¹, também na folha número 14.

Observando-se os teores de Cl na folha 14 (Tabela 39) e comparando-os com os resultados obtidos por Uexkull (1992), nota-se que os teores desse elemento estavam acima do valor considerado ideal de Cl (4,5 g kg⁻¹) em todos os tratamentos estudados (inclusive em T₁), evidenciando que o cloreto contido nas adubações já supria, provavelmente, as necessidades das plantas (independente do Cl contido na água de irrigação) e que o excesso de NaCl contido nas águas dos tratamentos mais salinos poderia provocar efeitos nocivos sobre as plantas.

Analisando-se os dados de análise de variância para as relações K / Na e Ca + Mg / Na nas folhas 9, 14 e 18 (Tabela 40) nota-se ter havido efeito significativo da salinidade em todas as análises realizadas. A partir de estudos de regressão se observam reduções quadráticas nessas relações ($p \leq 0,01$) em todas as análises (Figura 41).

Tomando-se por base os níveis críticos de nutrientes para o coqueiro Gigante nas 9ª e 14ª folhas contada a partir do ápice, citados por Sobral (1997) e apresentados no item 2.1.3 (não existem na literatura níveis críticos de nutrientes preestabelecidos para o coqueiro Anão), vê-se que o teor de N na folha 9 ficou acima do nível crítico apenas em T₁, embora nos demais tratamentos o teor de N estivesse ligeiramente abaixo e na folha 14 acima do nível crítico em todos os tratamentos. Os níveis de P e Mg (folhas 9 e 14) e Cl, B, Cu e Fe (folha 14) ficaram acima do nível crítico em todos os tratamentos. O K (folha 9 e 14), o Mn e o Zn (folha 14) e Ca (folha 14) ficaram abaixo do nível crítico em todos os níveis de salinidade. Na folha 9 o Ca ficou abaixo do nível crítico em T₃ e T₄.

Levando-se em consideração que tanto na folha 9 como na folha 14 o nutriente em que o incremento da salinidade provocou redução significativa ficou acima do nível crítico em todos os tratamentos (caso do Mg) e os nutrientes que estavam abaixo do nível crítico não foram afetados significativamente pela salinidade ou, se foi afetado significativamente apresentou tendência crescente como aumento da salinidade (caso do K na folha 14), parece que não houve expressiva limitação na absorção de nutrientes devido à elevação da CEa (até 15 dSm⁻¹).

A redução no crescimento e na produtividade das plantas pode estar relacionada a excessiva absorção de Cl e de Na. Segundo Marschner (1995) a síntese de proteína é afetada pela salinidade, não apenas por causa do déficit hídrico mas, também, pela toxicidade e desbalanço nutricional; por exemplo, em soja a síntese de proteína é reduzida em razão da toxicidade do Cl⁻ e

em cevada devido à excessiva absorção de sódio em detrimento da absorção de K^+ no processo de ajustamento osmótico.

Contudo, apesar dos teores de Cl na folha 14 estarem acima do nível ideal (proposto por Uexkull, 1989) e de ter ocorrido redução nos valores da relação K/Na e de Ca + Mg/Na em todas as folhas (9, 14 e 18) das plantas em T_2 , T_3 e T_4 , em relação às folhas em T_1 , não foi observado qualquer sintoma de toxicidade. É provável que o acúmulo de elementos, como Na e Cl, em folhas de coqueiro, em virtude ao aumento da salinidade, seja um mecanismo fisiológico que contribui para o processo de ajustamento osmótico.

Sobre este aspecto, Marschner (1995) relata que o sódio estimula o crescimento de algumas espécies de plantas devido à importância desse elemento nos processos de expansão celular e balanço hídrico, substituindo o potássio em alguns processos metabólicos, pelo acúmulo de íons de Na (como soluto) nos vacúolos e ao mais rápido fechamento dos estômatos das plantas supridas de sódio e potássio em relação às plantas supridas unicamente de potássio.

Braconnier & d'Auzac (1989) observaram, em campo experimental localizado a 200 km do oceano, que o íon Cl^- aparece como a primeira limitação para o crescimento e desenvolvimento do coqueiro; no fenômeno de resistência à seca, a presença do Cl^- permite que o coqueiro mantenha abertos os estômatos mais tempo durante o dia e alcance potenciais hídricos bastante negativos, permitindo absorção de água suficiente para manter a turgescência das células. Esta pode ser a explicação para a boa produtividade das plantas deste experimento, mesmo quando irrigadas com águas de até 10 dS m^{-1} .

A tendência de estabilização dos teores de Na e Cl a partir de T_2 (o aumento dos teores de Na e Cl nas folhas não foi proporcional à elevação dos teores desses elementos na água de irrigação) indica haver um limite do acúmulo iônico nas folhas do coqueiro com aumento da CEa. Tal fenômeno ocorreria devido a processos fisiológicos de exclusão e seletividade na absorção de íons, semelhante ao que ocorre em muitas espécies de plantas (*excluders*) nas quais o processo de exclusão iônica é um fator preponderante para tolerância aos sais; contudo, essas espécies sofrem devido ao déficit hídrico e reduzem o crescimento em ambientes salinos (Marschner, 1995).

Portanto, pelo que foi apresentado é provável que as reduções na produção do coqueiro em função do aumento da CEa (vitem 4.5.3.1) tenham sido mais influenciadas pelo estresse osmótico que pela toxicidade e/ou antagonismo iônico.

Tabela 39: Resumos de ANAVA e análise de regressão para teor de nutrientes contidos nas 9ª, 14ª e 18ª folhas montados a partir do ápice do coqueiro, em avaliação realizada aos 24 meses após o início do experimento (dezembro de 2001) e médias observadas desses nutrientes em função da salinidade na água de irrigação (CEa)

Nutrientes	Quadrado Médio					CV (%)	CEa (dS m ⁻¹) / Média			
	Salinidade	Reg. 1º gr	Reg. 2º gr	Desv. Reg	Residuo		0,1	5,0	10,0	15,0
GL	3	1	1	1						
							----- (g kg ⁻¹) -----			
Folha 9										
N	0,33 ^{ns}	0,89*	0,07 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,16	6,18	22,1	21,3	20,3	20,3
P	0,003 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,002	9,15	1,5	1,5	1,4	1,4
K	0,13 ^{ns}	0,23*	0,09 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,048	8,57	8,6	8,2	7,4	7,8
Cl	0,11 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,14	18,82	6,9	6,2	6,5	5,8
Na	0,11**	0,19**	0,09**	0,05*	0,006	10,05	1,7	2,2	2,5	2,6
Ca	0,09 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,11	25,38	4,5	4,4	3,6	3,9
Mg	0,03*	0,02 ^{ns}	0,05*	0,01 ^{ns}	0,007	10,40	2,8	2,6	2,4	2,6
							----- (mg kg ⁻¹) -----			
Mn	1070,6 ^{ns}	372,10 ^{ns}	567,94 ^{ns}	2265,2 ^{ns}	652,8	31,54	64,80	98,6	74,4	86,20
Zn	4,99 ^{ns}	11,41 ^{ns}	2,08 ^{ns}	3,33 ^{ns}	4,62	20,48	11,8	10,2	10,6	9,4
Cu	22,91 ^{ns}	24,32 ^{ns}	0,18 ^{ns}	44,40 ^{ns}	12,87	55,63	5,6	4,0	9,0	7,2
Fe	1130,83 ^{ns}	3363**	36,84 ^{ns}	0,22 ^{ns}	368,35	23,03	67,60	75,80	87,80	102,2
							----- (g kg ⁻¹) -----			
Folha 14										
N	0,11 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,7	4,09	19,8	20,2	19,9	19,9
P	0,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03*	0,004	15,62	1,2	1,4	1,2	1,2
K	0,52**	1,35**	0,18*	0,003 ^{ns}	0,007	3,84	6,5	7,2	7,1	7,2
Cl	0,16**	0,39**	0,07*	0,03 ^{ns}	0,03	6,78	6,7	8,1	8,8	9,0
Na	0,01**	0,002**	0,003**	0,02 ^{ns}	0,008	9,48	2,1	3,1	3,2	3,4
Ca	0,02 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,14	38,4	3,3	2,9	3,0	3,1
Mg	0,07**	0,14**	0,05*	0,01 ^{ns}	0,009	10,56	3,1	2,7	2,6	2,6
							----- (mg kg ⁻¹) -----			
Mn	1009,31*	873,95 ^{ns}	1221,1 ^{ns}	935,7 ^{ns}	294,26	24,55	49,95	83,6	71,85	74,05
B	30,89 ^{ns}	56,38 ^{ns}	3,60 ^{ns}	32,39 ^{ns}	29,99	18,17	32,55	29,6	31,5	26,9
Zn	11,77 ^{ns}	33,72 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,67 ^{ns}	13,38	36,08	12,15	10,3	9,6	8,5
Cu	13,88 ^{ns}	7,71 ^{ns}	32,39 ^{ns}	9,25 ^{ns}	77,11	76,44	12,49	11,2	9,25	13,05
Fe	517,7 ^{ns}	373,9 ^{ns}	86,28 ^{ns}	1064,2 ^{ns}	2876,1	27,23	192,65	194,89	198,81	202,72
							----- (g kg ⁻¹) -----			
Folha 18										
N	1,48 ^{ns}	2,95 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,11	5,29	20,6	19,7	20,1	19,3
P	0,03 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,05	16,16	1,4	1,3	1,3	1,2
K	0,08 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,05	11,30	6,7	6,3	5,8	6,0
Cl	0,46*	0,48*	0,90**	0,001 ^{ns}	0,09	15,63	4,8	6,6	7,1	6,2
Na	0,13**	0,26**	0,13**	0,01 ^{ns}	0,004	8,82	1,6	2,5	2,7	2,6
Ca	0,07 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06	16,71	4,2	4,5	5,1	4,8
Mg	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,014	13,76	2,9	2,5	2,6	2,7
							----- (mg kg ⁻¹) -----			
Mn	230,5 ^{ns}	1730,5 ^{ns}	5444,1 ^{ns}	35,99 ^{ns}	765,7	27,95	69,4	112,4	118,4	95,80
Zn	5,91 ^{ns}	5,76 ^{ns}	2,12 ^{ns}	10,0 ^{ns}	15,15	33,26	12,4	12,6	10,2	11,60
Cu	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,02 ^{ns}	20,6	74,40	6,2	6	6	6,2
Fe	430,2 ^{ns}	1066,3 ^{ns}	206,0 ^{ns}	24,23 ^{ns}	605,87	26,98	78,8	89,4	99,2	97,40

(**) Significativo a 0,01; (*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (ns) Não significativo

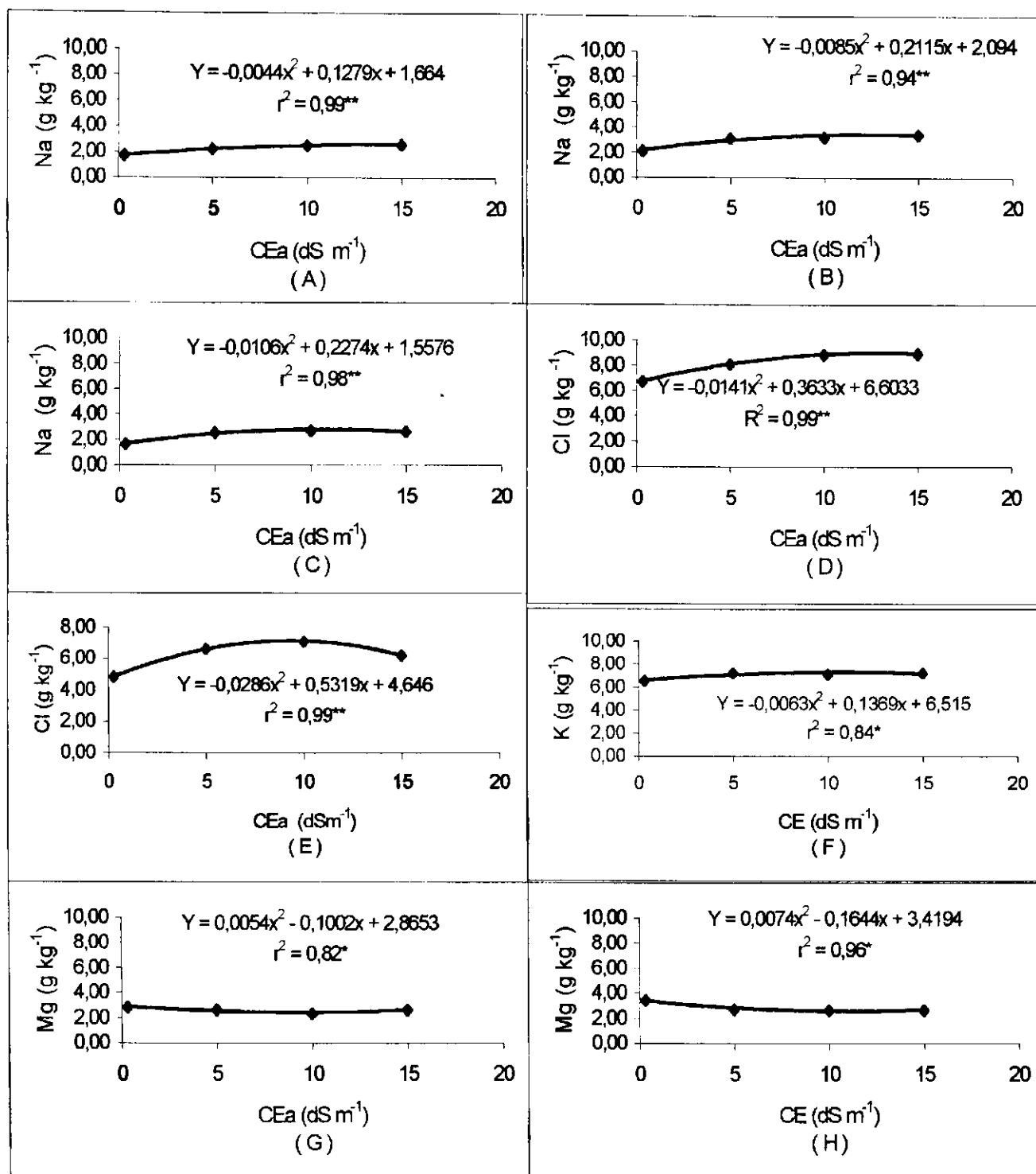


Figura 40: Teores de sódio (Na) nas 9ª (A), 14ª (B) e 18ª (C) folhas, cloreto (Cl) nas 14ª (D) e 18ª folhas (E), potássio (K) na 14ª (F) e magnésio (Mg) nas 9ª (G) e 14ª (H) folhas, contadas a partir do ápice do coqueiro em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

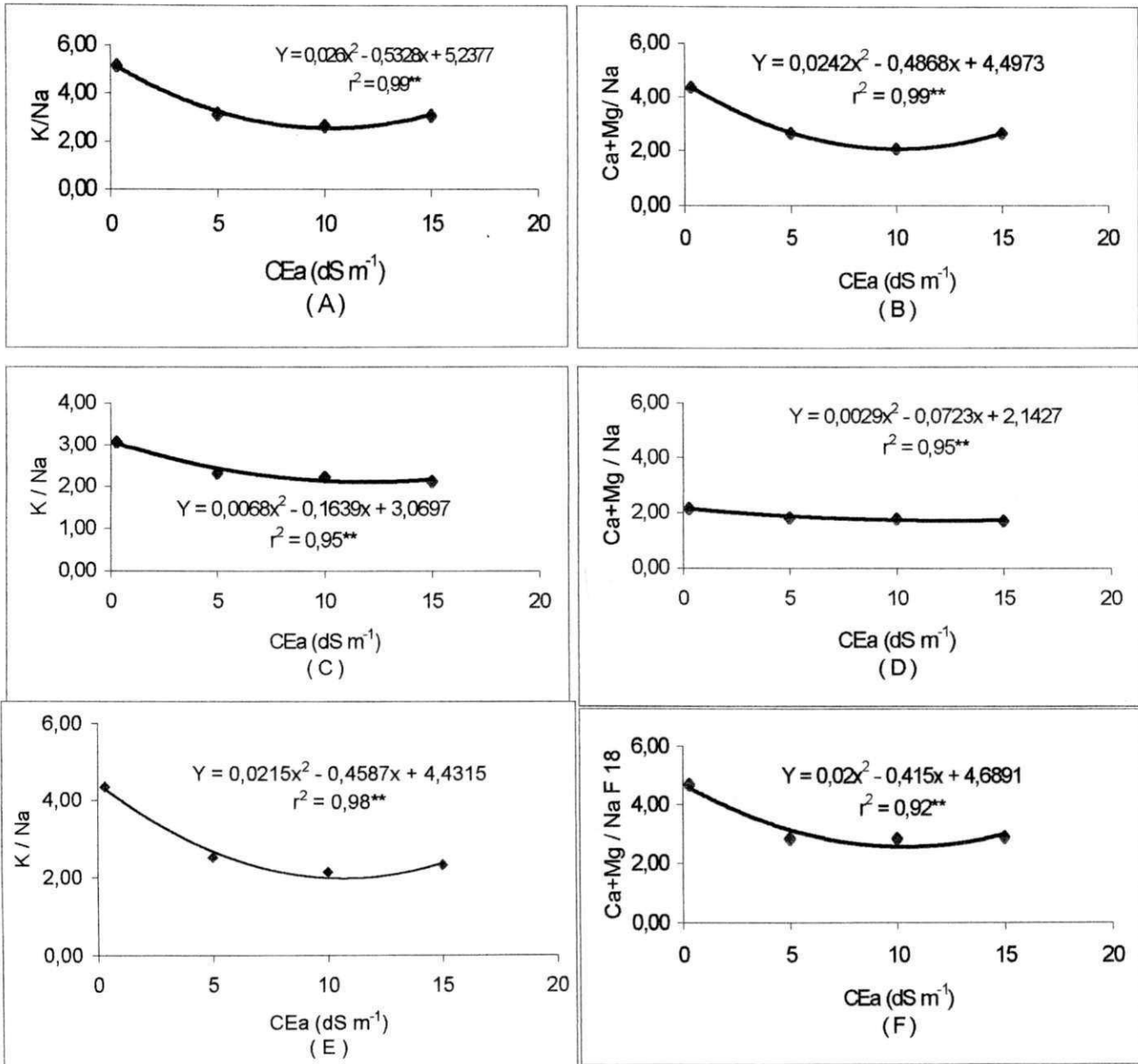


Figura 41: Relações potássio /sódio (K/Na) (A) e cálcio + magnésio / sódio (Ca+Mg/Na) (B) observadas na 9^a folha ; relação K/Na (C), Ca + Ma / Na (D) na 14^a folha e K / Na (E) e Ca + Mg / Na (F) na 18^a folha, contada a partir do ápice do coqueiro em função da salinidade na água de irrigação (CEa)

Tabela 40: Resumos de ANAVA e análise de regressão para relação potássio/sódio (K/Na) e cálcio + magnésio/sódio (Ca +Mg/ Na) nas 9^a, 14^a e 18^a folhas contadas a partir do ápice e médias observadas dessas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) (dezembro de 2001)

Fator		K/Na (Folha 9)	Ca+Mg/Na (Folha 9)	K/Na (Folha 14)	Ca+Mg/Na (Folha 14)	K/Na (Folha 18)	Ca+Mg/Na (Folha 18)
	GL	Quadrado Médio					
Salinid.	3	1,70**	6,23**	4,91**	0,86**	2,43**	5,23**
Linear	1	1,10**	10,78**	8,00**	1,96**	4,69**	10,13**
Quad	1	2,19**	7,77**	6,72**	0,49**	2,05**	5,30**
DR.	1	0,67 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,12*	0,51 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Bloco	4	1,70 ^{ns}	6,23 ^{ns}	4,91 ^{ns}	0,86**	2,43 ^{ns}	5,23 ^{ns}
Resíduo		0,25	0,41	0,03	0,08	0,22	0,25
CV (%)		14,37	21,90	7,43	13,46	16,53	15,11
CEa (dS m ⁻¹)		Média					
0,1		5,12	4,36	3,06	2,14	4,35	4,67
5,0		3,11	2,65	2,31	1,80	2,52	2,82
10,0		2,62	2,07	2,22	1,86	2,14	2,83
15,0		3,06	2,64	2,11	1,69	2,33	2,88

(**) Significativo a 0,01; (*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (^{ns}) Não Significativo

4.3.5.2 Casca de coco (epicarpo e mesocarpo)

O processo de exclusão iônica é um importante mecanismo relacionado à tolerância aos sais nas espécies vegetais (Abel, 1969, Noble *et al.*, 1984). Além disso, muitas espécies arbóreas são sensíveis à salinidade devido à incapacidade de excluir íons como Cl e Na que se acumulam em importantes órgãos e partes da planta, como nas folhas, causando necroses progressivas e prejudicando a atividade fotossintética (Hoffman *et al.*, 1989). Neste experimento procurou-se observar os níveis de remoção de nutrientes e de íons tóxicos através da casca do coco, de acordo com a CEa.

O incremento da CEa provocou modificações significativas nos níveis de Na, Cl, K, Ca, Mg e HCO₃ ($p \leq 0,01$) na casca de coco (CDC) (Tabela 41), com tendência de acréscimo quadrático nos teores de Na, K e Mg e linear em Cl e Ca em virtude do incremento da CEa; o HCO₃ apresentou tendência linear decrescente com o aumento da salinidade (Figura 42 – A, B, C, D, E, F).

Ocorreram elevações significativas devido ao incremento da CEa, mesmo nos elementos cujo fornecimento através de adubos foi semelhante, como o K, Ca e Mg.

Portanto, pode-se inferir que em situação de exposição à elevada concentração iônica existem, no coqueiro, mecanismos fisiológicos de exclusão de íons para a CDC, salvaguardando áreas fotossintetizantes. Por outro lado, parece que no coqueiro o tipo de cátion excluído através da casca de coco não está totalmente correlacionado com aqueles presentes no solo (se maior ou menor concentração).

Esses resultados estão de acordo com os de Ouvrier & Ochs (1978) que, ao estudarem as exportações de nutrientes pelo coqueiro híbrido PB 121, observaram na casca de coco valores de 116, 5,9, 4,0, 12 e 92 kg/ha de K, Ca, Mg, Na e Cl, respectivamente. Em outro estudo com o híbrido PB 111, Ouvrier (1987) constatou que as quantidades de K, Ca, Mg, Na e Cl exportadas por hectare através do fruto (casca, coque e albúmen) foram, respectivamente, de até 89,3, 1,94, 5,05, 3,02 e 46,36 kg/ha com aplicações maiores de KCl; notou, contudo, haver significativa variação na exportação de íons em função dos níveis de nutrientes no solo.

4.3.5.3 Água de coco

Conforme comentado no item 4.3.4.4, a concentração e composição dos íons na água de coco (AC) influenciam a qualidade desse produto sendo consideráveis, também, as exportações de nutrientes através do albúmen líquido.

Observa-se, na Tabela 41, que apenas os teores de Cl e Na na água de coco foram alterados significativamente ($p \leq 0,01$) pelo aumento da CEa. Na Figura 42 (G H) vê-se que houve acréscimos quadráticos significativos dos teores de Cl e Na. A média observada de Cl e Na na AC em T₂, T₃ e T₄ foram, respectivamente, 17,2, 26,1 e 29,46% e 13,0, 14,3 e 17,6% maiores que em T₁.

Diferentemente do que ocorreu na casca, na água de coco o processo de exportação de íons esteve diretamente relacionado com os níveis de elementos minerais adicionados ao solo; assim, observa-se que as maiores concentrações de Cl e Na na água de irrigação corresponderam a maiores níveis desses elementos na água de coco.

Quanto à composição iônica da água-de-coco, constatou-se que em T₂, T₃ e T₄, o cloreto, e em seguida o potássio, foram os componentes presentes em maior concentração; no controle (T₁) o potássio foi o elemento presente em maior concentração seguido do cloreto.

Resultados semelhantes foram observados por Jayalekshmy *et al.* (1988) que, estudando a composição mineral da água de coco, observaram que, entre os nutrientes, o potássio é o principal constituinte inorgânico, sendo os níveis deste elemento fortemente influenciados por sua disponibilidade no solo. Aqueles autores, verificaram ainda, concentrações de K, Na, Cl, Ca e Mg na água de coco durante a fase terra dos frutos de, 324, 21, 100, 48 e 16 mg/100g, havendo pouca variação nesses níveis entre esta fase e a maturação completa dos frutos.

Tabela 41: Resumos de ANAVA e análise de regressão para teores de potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cloreto (Cl) e bicarbonato (HCO₃) contidos na casca (CAC) e na água de coco (AC), e médias observadas dessas respectivas variáveis em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	Casca de coco (CAC) ¹						Água de coco (AC) ²						
	Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO ₃	Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO ₃	
GL	Quadrado						Médio						
Salinid.	3	6,65**	0,46**	0,14**	0,04**	3,53**	1,69**	251,2**	108,4 ^{ns}	5,17 ^{ns}	2,00 ^{ns}	3169**	278,3 ^{ns}
Linear	1	5,81**	0,97**	0,39**	0,08**	9,50**	4,55**	598,7**	222,2 ^{ns}	10,84 ^{ns}	3,31 ^{ns}	8498**	193,2 ^{ns}
DR.	1	3,00**	0,01 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,65*	0,33 ^{ns}	49,17 ^{ns}	97,76 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,13 ^{ns}	24,49 ^{ns}	304,9 ^{ns}
Residuo		0,2	0,07	0,02	0,006	0,12	0,15	14,42	177,74	3,59	2,63	128,88	177,27
CV (%)		6,23	7,32	17,23	12,59	5,33	11,91	3,73	6,58	12,26	7,18	5,02	13,37
CEa (dS m)		Média											
		g kg ⁻¹						mg/100g					
0,1		6,0	10,1	2,0	1,9	17,4	11,9	91,43	196,6	14,30	21,69	191,93	94,63
5,0		8,9	11,4	2,1	1,7	21,3	12,0	103,33	204,7	15,15	22,80	225,01	96,30
10,0		8,4	12,3	2,5	2,0	21,8	9,6	104,5	201,9	16,20	23,14	241,93	88,55
15,0		8,0	11,9	3,1	2,4	23,9	8,2	107,5	207,6	16,15	22,81	248,49	106,22

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

¹ Médias de 8 avaliações realizadas entre os 17º e 24º meses (julho a dezembro de 2001) após o início do experimento

² Médias de 4 avaliações realizadas nos 20º, 21º, 23º e 24º meses (setembro a dezembro de 2001) após o início do experimento

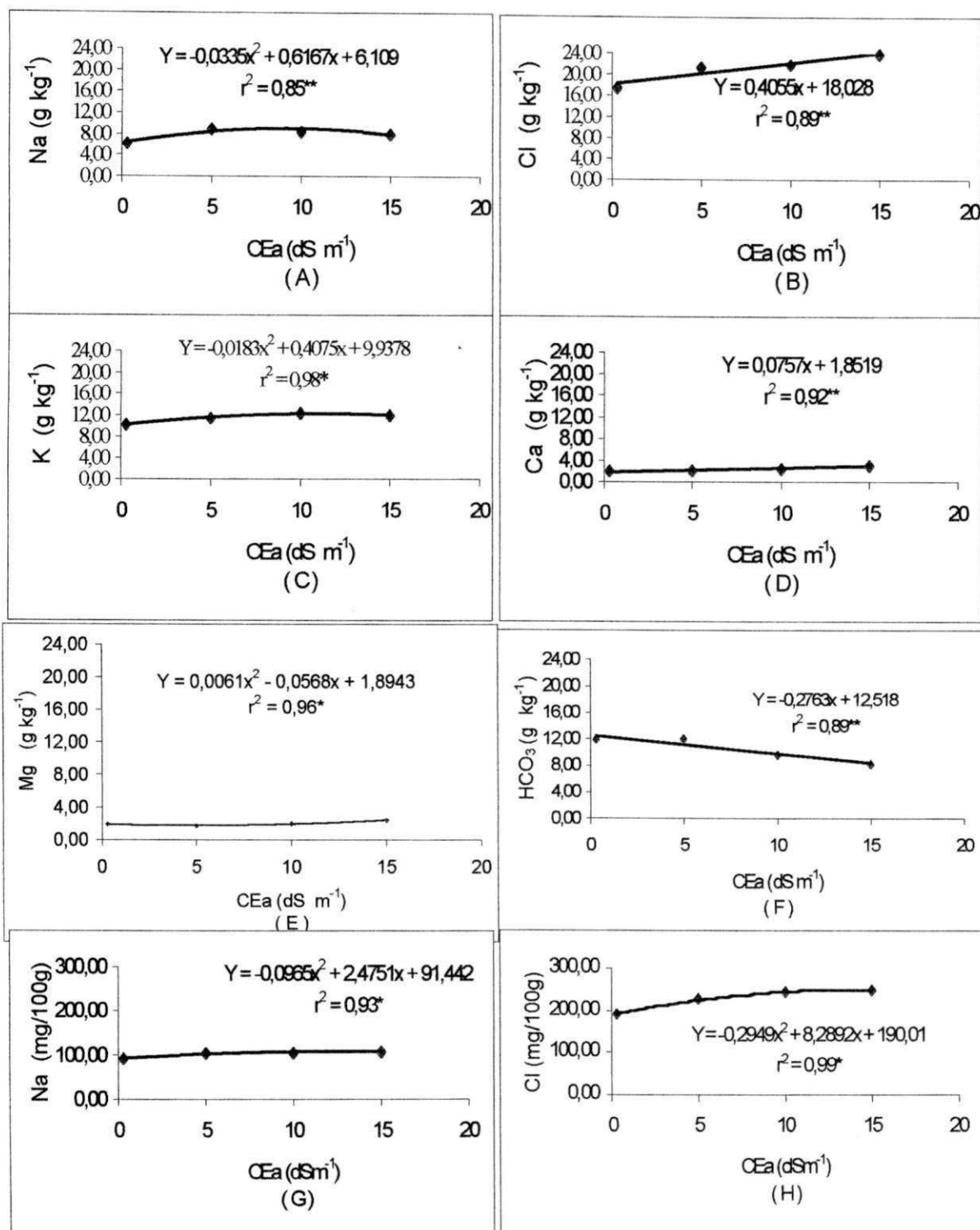


Figura 42: Teores de sódio (Na) (A), cloreto (Cl) (B), potássio (K) (C), cálcio (Ca) (D) magnésio (Mg) (E) e bicarbonato (HCO₃) (F) na casca de coco e de Na (G) e Cl (H) na água de coco, em função salinidade na água de irrigação (CEa)

4.3.6 Evolução da salinidade e sodicidade do solo

Os resultados das análises de solo no final do experimento para os diferentes tratamentos, em profundidades de 0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm, estão apresentados no Apêndice VI. Na Figura 43 pode-se visualizar, de forma geral, a partir da CEes, a evolução da salinidade do solo em diferentes profundidades, no início e aos 12 e 24 meses após o início do experimento (janeiro e dezembro de 2000 e dezembro de 2001, respectivamente).

O aumento no teor de sais no solo foi proporcional ao nível de salinidade na água de irrigação. O fator de concentração da salinidade do solo em relação ao da salinidade da água de irrigação (CEes/CEa) esteve abaixo de 0,8 (com exceção do controle) indicando elevada taxa de lixiviação de sais, decorrente das características físicas do solo e da climatologia da região. Além disto, o incremento da lâmina de irrigação de 120 L dia⁻¹ para 240 L dia⁻¹ a partir de novembro de 2001 favoreceu a lixiviação de sais.

As diferenças dos valores de CEes do solo em dezembro de 2001 em relação aos de dezembro de 2000, foram pequenas e ocorreram inclusive em T₁, provavelmente, devido às elevadas aplicações de adubo orgânico (última aplicação foi em novembro de 2001) e mineral realizadas (aplicações semanais de N e K); notou-se tendência de estabilização no acúmulo de sais no solo ao final de 2001, em relação ao final de 2000, mesmo após um ano de irrigação com água salina e redução nas precipitações (as precipitações em 2000 foram maiores que em a 2001).

Semelhante à CEes, os valores de RASes e pH observados neste experimento, estão apresentados no Apêndice VI. Na Figura 43 visualizam-se, de forma geral, as mudanças na RASes ocorridas devido ao uso de irrigação com águas salinas durante o período experimental. Houve tendência de estabilização da RASes ao final de 2001 em relação ao final de 2000.

Os valores de RASes em T₂, T₃ e T₄, tanto ao final de 2000 como ao final de 2001, estiveram sempre acima do valor de 13 (mmol L⁻¹)^{0,5} limite recomendado pela SSSA (1974) para solos sódicos. Entretanto, a permeabilidade do solo não foi afetada devido às características arenosas do solo e alta salinidade da água de irrigação. Esses resultados estão de acordo com Rhoades *et al.* (2000), que relatam aumento tanto na infiltração como na

permeabilidade da água no solo com o incremento da CEa. Por exemplo, o uso de águas salinas na irrigação, mesmo de elevada RAS, cuja CE é maior ou igual 5 dSm^{-1} não apresenta riscos relacionados à redução de permeabilidade do solo.

O fator de concentração da RAS do extrato de saturação (RASes) em relação à RAS da água de irrigação (RASa), em dezembro de 2001, foi menor ou igual ao de dezembro de 2000, em todos os níveis de salinidade estudados, com exceção do tratamento T₁, apresentando, quase sempre, valores menores do que 1, como se vê na Tabela 42; o que evidencia que embora fossem utilizadas águas de elevada RAS, tendência de estabilização dos níveis de PST no solo com o passar do tempo.

Tabela 42. Fator de concentração entre a CEes/CEa e RASes/RASa, em função da salinidade da água de irrigação

Fator de concentração / período	CEa			
	0,1	5,0	10,0	15,0
-----CEes/CEa-----				
Dezembro de 2000	3,7	0,73	0,44	0,36
Dezembro de 2001	14,54	0,78	0,53	0,47
-----RASes/RASa-----				
Dezembro de 2000	1,12	1,28	0,62	0,46
Dezembro de 2001	2,11	0,84	0,52	0,46

Constatou-se que a CEa provavelmente não influenciou o pH do solo pois, ao final do experimento, praticamente, não houve variação nos valores dessa variável entre os tratamentos (Apêndice VI)

Segundo Rhoades *et al.* (2000) entre os maiores riscos potenciais associados à ambiência, em relação ao uso de águas salinas na irrigação está a perda da produtividade dos

solos, o que pode ocorrer em virtude do excesso de sais na zona radicular das culturas. Pelos resultados, pode-se inferir que durante o período de estudo, a salinidade do solo foi mantida em nível suportável para a cultura mesmo se utilizando de águas com elevados teores de sais .

Observa-se que mesmo em plantas de coqueiro irrigadas com águas de até 10 dS m⁻¹ (T₃) foram colhidos, em média, 14,8, 14,8, 13,6 e 18,5 frutos por planta, respectivamente, nos meses de outubro, novembro, dezembro de 2001 e janeiro de 2002 (final do experimento), valores superiores aos observados em outras fases do experimento.

4.3.7 Tolerância do coqueiro à salinidade durante a fase de produção

O incremento da CEa provocou redução em quase todas as variáveis estudadas nas plantas, como observado para o número de folhas, intervalo entre floração, condutância estomática, potencial hídrico foliar, número de frutos colhidos (últimos seis meses do experimento), peso médio dos frutos, formato dos frutos e volume de água de coco a partir dos tratamentos irrigados com águas de 5 dS m⁻¹. Isso indica que a salinidade limiar (SL) do coqueiro se situa, nessa fase, abaixo deste valor, no extrato de saturação do solo. Por outro lado, as taxas de decréscimo com aumento da salinidade foram, em geral, baixas, em todas as variáveis analisadas, como no caso do número de frutos colhidos, peso dos frutos colhidos e volume de água de coco, cujos decréscimos máximos observados foram, respectivamente, de 3,40, 3,30 e 4,33% por incremento unitário da salinidade da água de irrigação em relação a T₁. Dentre as variáveis estudadas o volume de água de coco foi a mais afetada pela salinidade da água de irrigação.

Considerando-se as taxas de decréscimo na produção do número de frutos colhidos, peso dos frutos colhidos e volume de água de coco e se tomando como base os critérios de classificação de Maas (1984) durante a fase de produção, o coqueiro pode ser classificado como tolerante à salinidade.

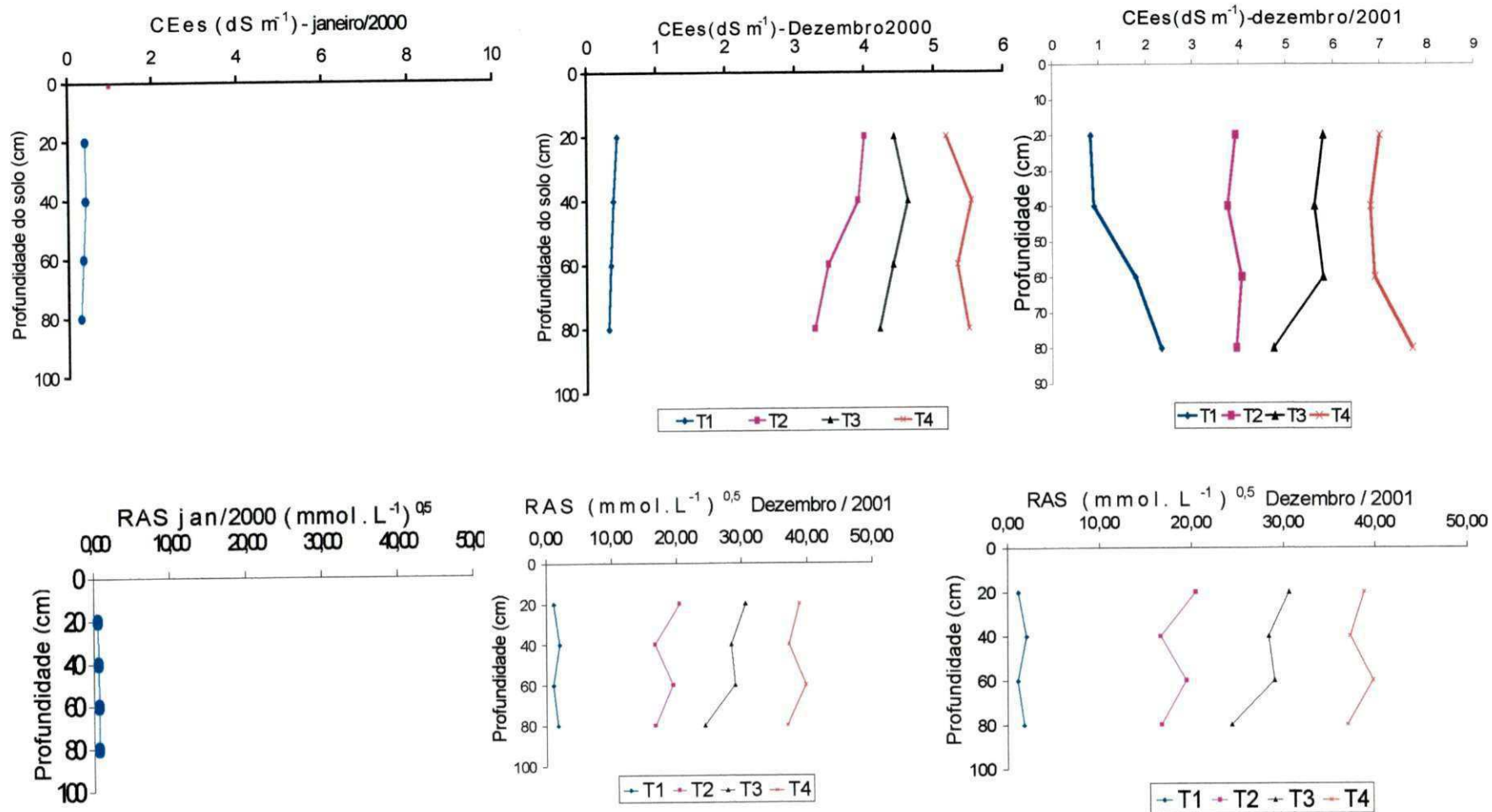


Figura 43: Salinidade média (CEes) e RAS no extrato de saturação do solo (RAS es) em diferentes profundidades, em janeiro e dezembro de 2000 e dezembro de 2001 (0, 12 e 24 meses após o início do Experimento III) em função da salinidade na água de irrigação, de 0,1 (T₁), 5,0 (T₂), 10,0 (T₃) e 15 (T₄) dS m⁻¹

CAPITULO V

CONCLUSÕES

1. A germinação do coqueiro cv Anão verde não foi influenciada pela salinidade da água de irrigação, de até 20 dS m⁻¹.
2. A salinidade da água, igual ou superior a 10 dS m⁻¹, inibiu o crescimento das plântulas, durante os primeiros 120 dias após semeadura.
3. As plântulas oriundas de germinação sob condições de salinidade, após passarem a ser irrigadas com água de 2,2 dS m⁻¹, cresceram no mesmo ritmo daquelas germinadas sem estresse salino.
4. Plântulas germinadas sob condições de baixa salinidade, após o transplântio para o viveiro tiveram o crescimento severamente afetado pela salinidade da água, igual ou maior que 15 dS m⁻¹.
5. Mudanças formadas sob condições de estresse salino, ao serem plantadas no campo, foram mais sensíveis à salinidade do solo.
6. Durante a fase de produção o estresse salino reduziu o número total de folhas e aumentou o tempo médio para emissão das inflorescências.
7. O número de flores femininas por inflorescência foi influenciado pela salinidade da água de irrigação.
8. Na fase produtiva, quando irrigado com água salina, o coqueiro apresentou mecanismo para superar o estresse hídrico como redução da condutância estomática e do número de folhas.

9. O potencial hídrico das folhas do coqueiro em produção diminuiu com o incremento da salinidade da água.
10. Não se verificou alteração na eficiência do aparelho fotossintético, devido à salinidade da água de irrigação.
11. A irrigação com água salina ($\geq 5,0$ dS m^{-1}) provocou redução no número de frutos colhidos; entretanto, as plantas irrigadas com águas de até $10,0$ dS m^{-1} apresentaram produções superiores às preconizadas pela EMBRAPA para cultivo irrigado.
12. Durante a fase de produção, o coqueiro pode ser classificado como tolerante a salinidade
13. A qualidade de produção foi afetada pelo incremento da CEa, com efeitos negativos sobre o peso e o formato dos frutos e volume da água de coco e positivos sobre o °Brix e sólidos totais dissolvidos da água de coco.
14. O volume de água de coco foi bastante afetado pela CEa, sendo uma importante variável para se avaliar a tolerância do coqueiro à salinidade.
15. A elevação da CEa provocou redução da acidez total titulável da água-de-coco.
16. O incremento da salinidade da água de irrigação proporcionou maiores teores de cloreto, sódio e potássio e diminuiu os de magnésio na folha nº 14
17. Os teores de cloreto, potássio, sódio, cálcio e magnésio da casca de coco (epicarpo e mesocarpo) e os teores de cloreto e de sódio da água de coco (albúmen líquido) aumentaram com o incremento da salinidade da água de irrigação.
18. Ao final do primeiro ano experimental ocorreu aumento nos níveis de salinidade do extrato de saturação, em relação ao início do experimento, contudo, não houve aumento considerável da CEes e RASes ao final do segundo ano, em relação ao final do primeiro ano.

CAPITULO VI

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEL, G. H. Inheritance of the capacity for chloride inclusion in soybeans. **Crop Science**, v. 9, p. 697- 699,1969.
- ADAMS, P.; HO, I. C. Effects of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. **Journal of Horticulture Science**, v. 64, p.725-732, 1989.
- ALVES, M. R. P.; DEMATTÊ, M. E. S. P. **Palmeiras. Características botânicas e evolução**. Campinas: Fundação Cargill. 1987. 129 p.
- ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T. T. **Ecophysiology of tropical crops**. New York: X Academic Press. 1977. 501 p.
- ANSARI, R.; NAQUI, S. M.; ALA, S. A. Growth and composition of two varieties of *Triticum aestivum* as affected by soil salinity. **Soil Science**, v. 9, p. 443-453, 1978.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE, v.52 Rio de Janeiro, 1992.sp.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE, v.60 Rio de Janeiro, 2000.sp.

ARAÚJO, C. A. S. **Avaliação de feijoeiros quanto à tolerância a salinidade em solução nutritiva**. 1994, 87 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande – PB: UFPB. 1991. 218p. (Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, 29).

AZEVEDO, N. C. **Influência de vários corretivos nas propriedades físico-química de um solo salino sódico e seus efeitos na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado**. 1983. 66p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

BARI, G.; HAMID, A.; AWAN, M. A. Effect of salinity on germination and seedling growth of rice varieties. **International Rice Commission News Letter**, v. 22, n. 3, p. 32-36, 1973.

BARTELS, D.; FURINI, A.; INGRAM, J.; SALAMINI, F. Responses of plants to dehydration stress: A molecular analysis. In: BELHASSEN, E. **Drought tolerance in higher plants: Genetical, physiological and molecular biological analysis**. Londres: Kluwer Academic Publishers, 1996. p.111-118.

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

BERNSTEIN, L. Salt tolerance of vegetables crops in the west. **USDA Information Bulletin**, n. 205, p.5, 1959.

BERNSTEIN, L. Effects of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Review of Plant Pathology**, v. 13, p. 295-312, 1975.

BERNSTEIN, L; AYERS, A. D. Salt tolerance of six varieties of carrots. **American Society of Horticulture Science**, v. 61, p. 360-366, 1953.

BERNSTEIN, L. ; HAYWARD, H. E. Physiology of salt tolerance. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 9, p. 25-46, 1958.

BHASKARAN, U. P.; LEELA, K. Response of coconut to irrigation in relation to production status of palms and soil type. In: **Proceedings of PLACROSYMI 1**. Kasaragod: Indian Society for Plantation Crops, 1977. p. 200-206.

BLISS, R. D.; PLATTALLOIA, K. A.; THOMPSON, W. W. Changes in plasmalema organization in cowpea radicle during imbibition in water and NaCl solutions. **Plant Cell Environment**, v.7, p. 606, 1984.

BLODGETT, E. C.; SNYDER, R. S. Effect of alkali salts on shape and appearance of Russet Burbank, potatoes. **American Potato Journal**, v. 23, p. 425-430, 1946.

BONDAR, G. **A cultura do coqueiro (*Cocos nucifera*) no Brasil**. Salvador: Tipografia Naval. 1955. 91 p.

BOURSIER, P.; LAUCHLI, A. Growth responses and mineral nutrient relations of salt-stressed sorghum. **Crop Science**, v.30, p.1226-1233, 1990.

BRACONNIER, S. ; d'AUZAC, S. Effet d'une carence en chlorure au champ chez le cocotier hybride PB 121. **Oléagineux**, v. 44, n. 10, p. 467-474, 1989.

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

BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo (Ensaio de campo)**. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa. 1983. 82 p.

BRASIL. **Normais climatológicas**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia. 1992.sp.

BURCHETT, M. D.; FIELD, C. D.; PUKOWNIK, A. Salinity growth and root respiration in the Grey Mangrove (*Avicennia marina*). **Physiology of Plant**, v. 60, p. 113-118, 1984.

CAMPOS, I. S. **Efeitos de diferentes potenciais osmóticos na germinação e crescimento do arroz.** 1986, 112 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CASTRO, P. R. C. **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba – SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987. 249 p.

CASTRO P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; coqueiro; dendezeiro e oliveira.** Cosmópolis: Stoller do Brasil. 2001. 138 p.

CHILD, R. **Coconuts**, 2. ed. London: Longman. 1974. 335 p. X

CINTRA, F. L. D.; PASSOS, E.E.M.; LEAL, M.L.S. Avaliação da distribuição do sistema radicular de cultivares de coqueiro-gigante. **Oléagineux**, v. 48, n. 11, p. 453-461, 1993. X

CLARK, R. B. Nutrient solution growth of sorghum and corn in mineral nutrition studies. **Journal of Plant Nutrition**, v. 5, p. 1039-1057, 1982.

CLOUGH, B. E. Growth and salt balance of the mangroves. *Avicennia marina* (Forsk) Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.2, p. 419-430, 1984.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil.** São Paulo: Ed. Moderna. 1982. 368p.

COOMANS, P. Influence des facteurs climatiques sur les fluctuations saisonnières et annuelles de la production du cocotier. **Oléagineux**, v. 30, n. 4, p. 153-159, 1975.

CORREIA, M. P. **Dicionário da plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 1931. v.2. 707p.

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. 26 p.

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

COSTA, R.G.; PASSOS, E.E.M.; GHEYI, H.R. **Aplicação de água salina na irrigação de plantas jovens do coqueiro (*Cocos nucifera* L.)**. Aracaju: Embrapa-CNPCo. 1986. 5 p. (Pesquisa em Andamento n° 37).

CRAMER, G.R.; ALBERICO, G.J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.21, p.675-692, 1994.

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

CUENCA, M. A. G. Importância econômica do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPU; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. cap 2, p. 65-71.

DAKER, A. **A água na agricultura**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 1988. v.2, 453 p.

DEVLIN, R. M. **Fisiologia vegetal**. Barcelona: OMEGA-AS. 1976. 517 p.

DUDY, B. Z.; GILAD, A. Studies of salt stress – and water stress-regulated genes: The stress-regulated *Asr1* gene encodes a DNA-binding protein. In: SMALLWOOD, C. M.; CALVERT; BOWLES, D. J. **Plant responses to environmental stress**. Oxford: BIOS Scientific Publishers Limited, 1999. p. 179-183.

DURÃES, F. O. M.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, P. C.; MARTINEZ, C. A. Efecção de condições de estresse em plantas e potencial para “screening” em milho através da fluorescência da clorofila. In: 45^a Reunião Técnica Anual do Milho e 28^a Reunião Técnica Anual do Sorgo, 2000. Pelotas –RS. **Anais**, (Embrapa Clima Temperado, Documento 70).

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros. Recomendações técnicas para o cultivo do coqueiro. Aracaju, 1993, 43p. (Embrapa-CPATC, **Circular Técnica, 1**).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de método de análise de solo**. Rio de Janeiro. 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília. 1999. 412 p.

EPSTEIN, E.; JEFFERIES, R. L. The genetic basis of selective ion transport in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 15, p. 169-184, 1964.

EPSTEIN, E.; NORLYN, J. D.; RUSH, D.W.; KINGSBURY, R. W.; KELLEY, D. B.; CUNNINGHAM, G. A. Saline culture of crops: **A Genetic Approach Science**, v. 210, p.399-404, 1980.

ESCHBACH, J. M. ; MASSIMINO, D. ; MENDOZA, A. M. R. Effet d'une carence en chlore sur la germination, la croissance et la photosynthèse du cocotier. **Oléagineux**, v. 37, n° 3, p. 115-125, 1982.

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 1984. 302 p.

FAO. **Coconut tree of life**. Rome: FAO. 1984. 446 p. (Plant Production and Protection Paper 57).

FAO. FAOSTAT. Disponível em > <http://apps.fao.org/default.htm> > acessado em 20.03.2001.

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: Departamento de Engenharia Agrícola, UFPB, 2000, 22 p.

FERREIRA, J. M. S.; LIMA, M. F. de; SANTANA, D. L. Q. de; MOURA, J. I. L. Pragas do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPU; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. cap 2, p. 65-71.

FERREIRA, L. G. R. **Fisiologia vegetal: Relações hídricas**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 1988. 139 p.

FERREIRA NETO, M. **Desenvolvimento e produção do coqueiro sob diferentes salinidades de água de irrigação**. 2001. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL / EDUFAL / FUNDEPES. 1991. 437 p.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 1979. 392 p. X

FILGUEIRA, R. F. **Efeito de diferentes níveis de salinidade do solo no comportamento de duas cultivares de coentro (*Coriandrum sativum* L.)**. 1993. 46 p. Escola Superior de Agronomia, Mossoró (Monografia).

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in plant breeding program. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 14, p. 742-754, 1963.

FLOWERS, T. J. Chloride as a nutrient and as an osmoticum. In: TINKER B.; LAÜCCHLI, A. **Advance in plant nutrition**. New York: Praeger, 1988. v.3, p.55-78.

FLOWERS, T. J.; TROKE, P. F.; YEO, A. R The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 28, p. 89-121, 1977.

FLOWERS, T. J.; YEO, A. R. Ion relations of plants under drought and salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 75-91, 1986.

FOALE, M. A. The growth of coconut seedlings – The relationship of endosperm to growth and effect of nut size and variety on seedling growth. **Oléagineux**, ano 23, nº 11, p. 651-654, 1968.

FONTES, H. R.; CINTRA, F. L. D.; CARVALHO FILHO, O. M. de. Implantação e manejo da cultura do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPU; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. cap 5, p. 99-71.

FONTES, H. R.; LEAL, M. de S. **Efeito da irrigação, cobertura morta e entalhe da semente, sobre a germinação de coqueiros gigante-do-brasil**. Aracajú: Embrapa-CNPCo, 1994. 7p. (Aracaju :Embrapa CNPCo. Comunicado Técnico, 5).

FRANÇOIS, L. E. Salinity effects on asparagus yield and vegetative growth. **Journal American Horticulture Science**, v. 111, p. 432-436, 1987.

FRANÇOIS, L. E. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. **Agronomy Journal**, v. 86, p. 23, 237, 1994.

FRANÇOIS, L. F.; WEST, D. W. Reduction in yield and market quality of celery caused by soil salinity. **Journal American Horticulture Science**, v. 107, p. 952-954, 1982.

FRÉDMOND, Y; ZILLER, R.; LAMOTHE, M. N de. **The coconut palm**. Berna: Instituto Internacional do Potássio. 1966. 222 p.

FRÉDMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMOTHE, M. N de. **EL cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona: Editorial Blume. 1975. 236 p.

FREY, K. J. Adaptation reaction of oat strains selected under stress and non-stress environments conditions. **Crop Science**, v. 4, p. 55-58, 1964.

GAUGH, H. G.; WADLEIGH, C. H. Effect of higher concentration of sodium, calcium chloride and sulfate on ionic absorption by bean plants. **Soil Science**, v. 59, p. 139-153, 1945.

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

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8. Ed. São Paulo: Nobel. 1978. 430 p.

GORHAN, J; WHY JONES, R. G.; MCDONELL, E. Some mechanisms of salt tolerance in crop plants. **Plant Soil**, v. 89, p. 15-40, 1985.

GRATTAN, S. R.; SHANNAN, C.; MAY, D. M.; MITCHELL, J. P.; BURAU, R.G. Use of drainage water for irrigation of melons and tomatoes. **California Agriculture**, v. 41, p. 24-26, 1987.

GRUMET, R.; ISLEIB, T. G.; HANSON, A. D. Genetic control of glycinebetaine level in barley. **Crop Science**, v. 25, p. 618-622, 1985.

GRUMET, R.; HANSON, A. D. Genetic evidence for osmoseregulator function of glycinebetaine accumulation in barley. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 353-364, 1986.

HARVEY, D. M. R. The effects of salinity on ions concentrations within the root cell of *Zea mays* L. **Planta**, v. 165, p. 242-248, 1985.

HASHIM, M.; JONES R. A.; EL-BELTAGY, A. S. Comparative responses to high salinity between salt-sensitive and salt tolerant genotypes of the tomato. **Acta Horticulture**, v.190, p. 533-543, 1986.

HATE, M. G.; ORCUTT, D. M. **The physiology of plants under stress**. New York: Wiley-Interscience. 1987. 205 p.

HENRY, L.; CHANDRASEKAR, N. R. Effect of interculture and manuring on coconut in Tamil Nadu, India, In: NAYAR, N. M. **Coconut Research & Development**. Tamil Nadu: Wiley Eastern Limited. 1983. p. 92-97.

HOFFMAN, G. J.; CATLIN, P. B.; MEAD, R. M.; JOHNSON, R. S.; FRANCOIS, L. E.; GOLDHHANER, D. Yield and foliar injury responses of mature plum trees to salinity. **Irrigation Science**, v. 10, p. 215-219, 1989.

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

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análises de alimentos**. São Paulo-SP. IAL. 1985. 533 p.

IRHO-CIRAD - INSTITUT DE RECHERCHES POUR LES HUILES ET OLÉAGINEUX. Coconut – water supply and drought tolerance. **Oleagineux**, v. 47, n. 6, p. 334-341, 1992.

IRVING, D. W.; SHANNON, M. C.; BREDA, V. A.; MACKEY, B. E. Salinity effects on yield and oil quality of high linoleat and high oleate cultivars of safflower (*Carthamus tinctorius L.*). **Journal of Agriculture Food Chemical**, v. 36, p. 37-42, 1988.

IYENGAR, E. R. R.; PANDYA, J. B. Performance of sugar beet varieties under diluted seawater irrigation. **Sand Dune Research**, v. 24, p. 45-52, 1977.

IZZO, R.; NAVARI-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. **Journal of Plant Nutrition**, v.14, p.687-699, 1991.

JACOBY, B. Function of bean roots and stems in sodium retention. **Plant Physiology**, v. 39, p. 445-449, 1964.

JAYALEKSHMY, A.; ARUMUGHAN, C.; NARAYANAN, C. S.; MATHEW, A. G. Changes in the chemical composition of coconut water during maturation. **Oléagineux**, v. 43, n. 11, p. 409-414. 1988.

JAYASEKARA, K. S.; JAYASEKARA, C. Efficiency of water use in coconut under different soil/plant management systems. In: NAIR, M. K. ; KLAN, H. H.; GOPALASUNDARAM, P.; BHASKAARA RAO, E. V. V. **Advances in coconut research and development**. New Delhi: ISOCRAD. 1993. 427 p.

JOBES, J. A.; HOFFMAN, G. J.; WOOD, J. D. Leaching requirement for salinity control. II. Oat, wheat, tomato and cauliflower. **Agriculture of Water Management**, v. 4, p.393-407, 1981.

KUIPER, P. J. C. Lipids in grape roots in relation to chloride transport. **Plant Physiology**, v. 43, p. 1367-1371, 1968.

KULKARNI, D. S.; SARANAMATH, P. A.; SHANTHAPPA, P. B. Preliminary studies on quality of underground waters on growth and yield of coconut (*Cocos nucifera*). **Journal of Agricultural Science**. v. 7, p.122-124, 1973.

KYLE, D. J.; OSMOND, C. D.; ARNTZEN, C. J. **Photoinhibition**. Amsterdam: Elsevier 1987. 123 p.

LARAQUE, A.; **Estudo e previsão da qualidade química da água dos açudes do Nordeste**. Recife: SUDENE. 1989. 97 p. (Serie Hidrologia, 26).

LAUCHI, A.; EPSTEIN E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **California Agriculture**, v. 38, n. 10, p. 18 – 21, 1984.

LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant response to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K. **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. cap. 6, p. 113-137.

LEVITT, J. **Response of plant to environmental stresses**. New York: Academic Press. 1972. 697 p.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1996. 303 p.

LUDLOW, M. M.; MUCHOW, R. C. A critical evolution of traits for improving crop yields in water-limited environments. **Advances in Agronomy**, v. 43, p.107-153, 1990.

LUNIN, J.; GALLATIN, M. H.; BATCHELDER, A. R. Saline irrigation of several vegetable crops at various growth stage. I. Effect on yields. **Agronomy Journal**, v. 55, p. 107-114, 1963.

MAAS, E. V. Crop tolerance. **California Agriculture**, v.38, n. 10, p.20-21, 1984.

MAAS, E. V.; AGATA, G.; GABER, M. J. Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants. **Agronomy Journal**, v. 64, p. 793-795, 1972.

MAAS, E. V.; GRATTAN, S. R. **Crop yields as affected by salinity**. *Agricultural Drainage*, n. 38, p. 55- 100, 1999.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance. **Journal of the Irrigation and Drainage**, v.103, p.115-134, 1977 (Proceeding Paper 12993).

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. L.; CHABA, G. D.; POSS, J. A.; SHANNON, M. C. Salt sensitivity of corn at various growth stage. **Irrigation Science**, v. 4, p. 45-57, 1983.

MAAS, E. V. ; POSS, J. A. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. **Irrigation Science**, v. 10, p. 29-40, 1988.

MAGAT S. S.; CADICAL V. L.; HABANA J. A. Yield improvement of coconut in elevated inland area of Davao by KCl fertilization. **Oléagineux**, v. 30, n. 10, p. 413-418, 1975.

MAGAT S. S.; MARAVILLA J. N.; PADRONES G. D. Increasing productivity of inland coconuts by nitrogen, chlorine and sulfur fertilization. **Philippine Journal of Coconut Studies**, v. 6, n. 1, p. 46-53, 1981.

MAGAT S. S.; MARGATE, R. Z.; HABANA, J. A. Effects of increasing rates of sodium chloride (common salt) fertilization on coconut palm growth and inland soil (Tropudalfs), of Mindanao, Philippines. **Oléagineux**, v. 43, n. 1, p. 13-19, 1988.

MAHINDAPALA, P.; PINTO, J.L.J.G. **Coconut cultivation**. Lunuwila: Coconut Research Institute. 1991. 162 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997. 281 p.

MANCHANDA, H. R.; BHANDHARI, D. K. Effect of presoaking of seeds in salt solutions on yield of wheat and barley irrigated with highly saline waters. **Journal Indian Society of Soil Science**, v. 24, p. 432-435, 1976.

MARGATE R, Z.; MAGAT S. S.; ALFORJA L. M.; HABANA J. A. A long term KCl fertilization study of bearing coconuts in an inland-upland area of Davao. **Oléagineux**, v. 34, n. 5, p. 235-242, 1979.

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 E AMBIENTAL XXIX, 2000, Fortaleza. Resumo 29. Fortaleza: **Anais**, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. CD-rom.

MARINHO, F. J. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Desenvolvimento inicial do abacaxizeiro cv, Smooth Cayenne, sob diferentes condições de salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.2, n.1, p. 1-5. 1998.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press. 1995. 889 p.

MATHEW, C.; RAMADASAN, A. Studies on photosynthesis in coconut palm. **Indian Journal of Experimental Biology**. v. 12, nº 6, p. 589-591, 1974.

MEDEIROS, J. F. **A qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE**. 1992. 173 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande – PB.

MENGUEL, K; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute. 1978. 593 p.

MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. **The coconut palm: Monograph**. Ernakulam: Indian Central Coconut Committee. 1958. 384 p.

MIRANDA, F. R.; OLIVEIRA, V. H.; MONTENEGRO A. A. T.. Desenvolvimento e precocidade de produção do coqueiro Anão (*Cocos nucifera* L.) sob diferentes regimes de irrigação. **Agrotropica**, v. 11, n. 2, 1999.

MIZRAHI, Y.; TALEINIK, E.; KAGAN-ZUT, V.; ZOHAR, Y.; OFFENBACH, R.; MATAN, E.; GOLAN, R. A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield. **Journal American Society of Horticulture Science**, v. 113, p. 202-205, 1988.

MONTEITH, J. L.; CAMPBELL, G. S.; POTTER, E. A. Theory and performance of dynamic diffusion porometer. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 44, p. 27-38, 1988.

MORGAN, J. M. Differences of osmoregulation between wheat genotypes. **Nature**, v. 270, p. 234-235, 1977.

MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 143-160, 1986.

NAIR, M. K.; KHAN, H. H.; GOPALASUNDRAM, P. High production technology in coconut. **Indian Coconut Journal**, v. 25, n. 9, p. 3-18, 1995.

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. Teoria da adubação e aplicações de adubos em coqueiro adulto. **Fertilité**, v. 35, p. 11-27, 1969.

NOBLE, C. L.; HOLLORAN, G. M.; WEST, D. W. Identification and selection for salt tolerance in lucerne (*Medicago sativa* L.) **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 35, p. 239-252, 1984.

NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. de. Irrigação do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPU; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. cap 7, p. 159-187.

OCHS, R. Les contraintes écologiques du développement des oléagineux pérennes (palmier et cocotier) en Afrique Occidentale et Centrale. **Oléagineux**, v. 32, n° 11, p. 461-477, 1977.

OHLER, J. G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO. 1984. v. 57. 446 p. (Plant Production and Protection Paper 57).

O'LEARY, J. W. Adaptive components of salt tolerance. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 577-586.

OLLAGNIER, M.; OCHS, R. La nutrition en chlore du palmier a huile et du cocotier: **Oléagineux**, v. 26, n° 6, p. 367-372, 1971.

OUVRIER, M. Exportation par la récolte du cocotier PB 121 en fonction de la fumure potassique et magnésienne. **Oléagineux**, v. 39, n. 5, p. 263-271, 1984.

OUVRIER, M. Exportation par la récolte du cocotier PB 111 en fonction de la fumure potassique et magnésienne. **Oléagineux**, v. 42, n° 7, p. 271-280, 1987.

OUVRIER, M.; OCHS, R. Exportations minérales du cocotier hybride Port-Bouët 121. **Oléagineux**, v. 33, n. 8-9, p. 437-443, 1978.

PAL, B.; SINGH, C.; SINGH, H. Barley yield under saline water cultivation. **Plant and Soil**, v. 89, p. 221-228, 1984.

PASSOS E. E. M. Morfologia do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997a. cap 2, p. 57-64.

PASSOS E. E. M. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997b. cap 3, p. 65-71.

PASSOS, E, E, M.; PRADO, C. H. B. A.; LEAL, M. L. S. Condutância estomática, potencial hídrico foliar e emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro Anão. **Agrotropica**, v. 3, n. 11, p. 147-152, 1999.

PASTERNAK, D.; TWERSKY, E de; MALACH, Y. Salt resistance in agricultural crops. In: MUSSEL, H. W.; STAPLES, E. C. **Tress physiology in crop plants**. New York: Wiley, 1979. p. 127-142.

PEREIRA, J. R. **Genótipos de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum L. r. latifolium H.*) submetidos a estresse hídrico na fase de germinação**. 1997, 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. 2. ed. Madrid: Editorial Española S. A. 1985. 542 p.

POMIER, M.; BRUNIN, C. Irrigation des cocotiers à l' eau salée. **Oléagineux**, v.29, n.4, p.183-186, 1974.

POPINIGIS, P. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan. 1985. 286 p.

PURSEGLOVE, J. W. **Tropical crops monocotyledons**. London: Longman. 1981. 607 p. ✕

QUARRIE, S. A. New molecular tools improve the efficiency of breeding for increased drought resistance. In: BELHASSEN, E. **Drought tolerance in higher plants: Genetical, physiological and molecular biological analysis**. London: Kluwer Academic Publishers, 1996. p.167-178.

RAM, C. Epidemiologia e controle químico da queima-das-folhas (*Botryodiplodia theobromae*) do coqueiro (*Cocos nucifera* L.). **Fitopatologia Brasileira**, v.14, p.215-220, 1989.

RANA, R. S. Evaluation and utilization of traditionally grown cereal cultivars of salt affected areas in India. **Indian Journal of Genetics**, v. 46, p. 121-135, 1986.

RAO, P. Effect of drought on coconut production. **Indian Coconut Journal**, v. 17, n. 8, p.11-12, 1986.

RHOADES, J.D.. Salt problems from increased irrigation efficiency. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 111, p. 218-229, 1985.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000.117p.(Estudos FAO - Irrigação e Drenagem, 48).

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

RICHARDS, L. A. Should selection for yield in saline regions be made on saline or non-saline soils. **Euphytica**, v.32, p. 431-438, 1983.

ROBINSON, S. P.; JONES, G. P. Accumulation of glycinebetaine in chloroplasts provide osmotic adjustment during salt stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 451-462, 1986.

RODRIGUES, L. N. **Estresse salino na germinação, produção de mudas e produção de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.)**. 2000, 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

RUSH, D. W ; EPSTEIN, E. Comparative studies on the sodium, potassium and chloride relations of a wild halophytic and domestic salt-sensitive tomato species. **Plant Physiology**, v. 68, p. 1308-1313, 1981a

RUSH, D. W; EPSTEIN, E. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into a domesticated tomato. **Journal American Society of Horticulture Science**, v. 106, p. 667-670, 1981b.

SÁ M. E de.; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone. 1994. 437 p.

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

SANTOS, R. V; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: GHEYI, H.G.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. Cap. 9, p. 286-308.

SCHIRMER, U.; BRECKLE, S. W. The role of bladders for salt removal in some *Chenopodiaceae* (mainly *Atriplex* species). In: SEM, N.; RAJPUROHIT, K. S. **Contributions to the ecology of halophytes**. The Hague: Junk, 1982. p. 215-232.

SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; BRADSTRET, E. D.; HEMMINGSEN, E. A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, v. 148, p. 339-346, 1965.

SCHÜLZE, E. D. Plant life forms and their carbon, water and nutrient relations. In: **Encyclopedia of plant physiology**. New York: Springer-verlag, p. 615-676, 1982.

SHANNON, M.C. Adaptation of plants to salinity. **Advances in Agronomy**, v. 60, p. 75-120, 1997.

SHANNON, M.C.; GRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E. Whole-plant response to salinity. In: WILKINSON, R. E. **Plant-Environment Interactions**. New York: Marcel Dekker, New York, 1994. p. 199-244.

SHARMA, M. L. Interaction of water potential and temperature effects on germination of three semi-arid plants species. **Agronomy Journal**, v. 68, p. 390-394, 1976.

SHILFGAARDE, J. van; RHOADES J.D.. Coping with salinity. In: ENGLEBERT L. A; SCHEURING A.F. **Water scarcity: Impacts on western agriculture**. Berkley: University of California Press, 1984. p. 157-177.

SILVA JR., 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**. 1994, 158 p. Tese (Doutorado em Biologia e Fisiologia Vegetal) - Université Paris 7, Paris.

SILVA JR., C. D.; PASSOS, E. E. M.; GHEYI, H. R. da. Aplicação de água salina no desenvolvimento e comportamento fisiológico do coqueiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6. n.1, p. 39-44, 2002.

SIQUEIRA, E.R de; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. Melhoramento genético do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. cap 4, p. 73-98.

SLATYER, R. O. **Plant water relationships**. London: Academic Press. 1967. 366 p

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

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Ames: Iowa State College. 1974. 563 p.

SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação do coqueiro. In : FERREIRA, J. M. S; WARWICK, D. R. N; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPU; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. cap. 6. p. 129-157.

SOBRAL, L. F.; SANTOS, Z.G. dos. **Sistema de recomendações de fertilizantes para o coqueiral (*Cocos nucifera* L) com base na análise foliar**. Aracaju: Embrapa- CNPCo, 1997. 23 p. (Embrapa-CNPCo. Documento, 7).

SOUZA, M. R. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. 1995, 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SSSA - SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Glossary of soil science terms**. Madison: Soil Science Society America, 1974, 677p.

STREET, E.H; OPIK, H. **Fisiologia das angiospermas: crescimento e desenvolvimento**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 1974. 332 p.

STROGONOV, B. P. **Physiological basic of salt tolerance of plants**. Jerusalem :Israel Program Science Transl. 1964. 279 p.

SWARUP, A. Availability of iron, manganese, zinc, and phosphorus in sub-merged sodic soil as affected by amendments during the growth period of rice crop. **Plant and Soil**, v. 66, p. 37-43, 1982.

SYKES, S.R. The inheritance of salt exclusion in woody perennial fruit species. **Plant and Soil**. v. 146, p. 123-129, 1992.

TAL, M.; SHANNON, M. C. Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: Responses of *Lycopersicon esculentum*, *L. cheemanii* L, *perruvianon*, *Solanun pennelli* and F1 hybrids to high salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 10, p. 109-117, 1983.

TANJI, K .K.; HANSON, B. R. Drainage and return flows in relation to irrigation management. In: STEWART, B. A., NIELSEN, D. R. **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society Agronomy, 1990. cap. 35, p.1057-87 (Monograph, 30).

TARDIEU, F. Drought perception by plants. Do cells of droughted plants experience water stress? In: BELHASSEN, E. **Drought tolerance in higher plants: Genetical, physiological and molecular biological analysis**. Kluwer, Amestardam; Academic Publishers, 1996. p. 93-104.

TYREE, M. T.; RICHTER, H. Alternative methods of analyzing water potential isotherms: Some cautions and classifications curvilinearity in water potential isotherms. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, p. 911-916, 1982.

UEXKULL, H. R. von. Response of coconuts to (Potassium) chloride in the Philippines. **Oléagineux**, v. 27, n. 1, p. 13-19, 1972.

UEXKULL, H. R. von. Drought and chloride deficiency – A Deadly combination for hybrid coconuts. **Better crops international**, p. 8-9, junho, 1992.

VIANA, S. B. A. **Estresse salino na germinação, fase de mudas e produção de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2000, 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

VILLALOBOS, E.; UMAÑA, C. H.; CHINCHILLA, C. Estado de hidrataction de la palma aceitera, en respuesta a la séquia en Costa Rica. **Oléagineux**, v. 47, n. 3, p. 217-223, 1992.

WASEL, Y.; ESHEL, A.; AGAMI, M. Salt balance of leaves of the mangrove *Avicennia marina*. **Physiology of Plant**, v. 67, p. 67-72, 1986.

WARWICK, D. R.; LEAL, E. C.; RAM, C. Doenças do coqueiro. In : FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPU; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. cap. 9. p. 269-292.

WEST, D. W.; TAYLOR, J. A. Response of six grape cultivars to the combined effects of high salinity and rootzone waterlogging. **Journal American Society of Horticulture Science**, v. 109, p. 844-851, 1984.

WUIDART, W. ; LAMOTHE, M. N, de. Germination des semences et développement des plants de cocotier en fonction de la position de la noix. **Oléagineux**, v. 36, n.12, p. 599-602, 1981.

WYN JONES, R. G.; STOREY, R.; LEIGH, R. A.; AHMAD, N.; POLLARD, A. A hypothesis on cytoplasm osmoregulation. In: MARRE E.; CITERRI O. **Regulation of cell membrane activities in plants**. Amsterdam: Elsevier, 1977. p. 121-131.

YERMANOS, D. M.; FRANCOIS, L. E.; BERNSTEIN, L. Soil salinity effects on the chemical composition of the oil content of safflower seed. **Agronomy Journal**, v. 56, p 35-37, 1964.

YUSUF, M; VARADAN, K. M. Water management studies on coconut in India. In: NAIR, M. K.; KLAN, H.H.; GOPALASUNDARAM, P.; BHASKAARARAO, E. V. V. **Advances in coconut research and development**. New Delhi: IBH. 1993. p. 337-346.

APÊNDICES

APÊNDICE I

Dados climatológicos das áreas experimentais durante a realização dos experimentos

Tabela 1: Dados climatológicos durante a realização dos experimentos I e II (Campina Grande – PB).^a

ANO 1999											
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA (Graus Celsius)											
										Nov	Dez
										30,9	29,9
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA (Graus Celsius)											
										Nov	Dez
										20,9	21,3
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA (Graus Celsius)											
										Nov	Dez
										24,5	24,4
MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%)											
										Nov	Dez
										66	71
VELOCIDADE DO VENTO (m s ⁻¹)											
										Nov	Dez
										4,8	4,6
DIREÇÃO DO VENTO: Sudoeste											
INSOLAÇÃO (Horas e décimos)											
										Nov	Dez
										275,9	232,5
PRECIPITAÇÃO (mm)											
										Nov	Dez
										0,3	24,4
ANO 2000											
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA (Graus Celsius)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
29,8	30,2	29,9	28,7	27,5	25,6	24,7	25,6	26,2	28,3	29,8	29,2
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA (Graus Celsius)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
21,2	21,4	21,6	20,9	20,1	19,4	19,0	18,8	19,4	19,7	20,5	20,8
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA (Graus Celsius)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
24,3	24,7	24,7	23,9	23,2	21,9	21,2	21,5	21,9	22,8	23,7	23,8
MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
75	74	75	78	81	85	87	84	85	80	80	78
VELOCIDADE DO VENTO (m s ⁻¹)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
3,8	3,3	4,0	3,3	3,5	3,2	3,3	3,7	3,5	4,4	4,3	3,9
DIREÇÃO DO VENTO: Sudoeste											
INSOLAÇÃO (Horas e décimos)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
242	212,9	243,1	202,6	200,4	120,8	103,2	188,5	178,8	263,4	266,2	240,1
PRECIPITAÇÃO (mm)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
78,4	153,9	63,4	148,7	98,6	232,2	171,5	200,8	149,4	20,4	9,8	38,0

^a Dados fornecidos pela EMBRAPA - Algodão (Campina Grande)

Tabela 1 (continuação):

ANO 2001							
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA (Graus Celsius)							
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
30,1	32,0	30,0	28,3	29,7	26,1	25,7	25,9
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA (Graus Celsius)							
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
20,5	21,2	21,4	21,0	20,9	19,4	19,0	18,0
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA (Graus Celsius)							
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
24,1	26,0	24,4	23,7	24,1	22,1	21,5	21,1
MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%)							
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
66	66	76	81	75	83	84	79
VELOCIDADE DO VENTO (m s ⁻¹)							
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
4,3	4,4	3,6	3,4	3,5	2,9	3,4	3,7
DIREÇÃO DO VENTO: Sudoeste							
INSOLAÇÃO (Horas e décimos)							
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
255,3	230,4	230,1	188,8	254,0	133,9	171,5	222,3
PRECIPITAÇÃO (mm)							
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
4,3	5,7	207,1	105,0	13,3	145,3	119,9	59,8

Tabela 2: Dados climatológicos de Parnamirim, RN (Experimento III)*

ANO 2000											
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA (Graus Celsius)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
30,3	30,9	30,6	30,2	29,6	28,7	27,6	28,1	28,8	28,9	30,0	29,9
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA (Graus Celsius)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
20,8	20,9	21,2	20,2	19,7	18,4	17,8	18,4	19,5	20,5	21,0	21,2
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA (Graus Celsius)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
28,0	28,3	28,5	27,7	27,1	25,8	25,0	25,9	26,8	27,5	27,4	27,6
MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
87	88	89	91	91	93	93	91	89	86	86	85
VELOCIDADE DO VENTO (m s ⁻¹)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
4,1	3,7	4,4	3,7	4,1	4,0	3,7	4,6	4,9	5,4	4,5	4,7
DIREÇÃO DO VENTO: Sudoeste											
INSOLAÇÃO (Horas e décimos)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
224,9	213,0	205,7	190,0	189,0	187,5	185,2	199,2	239,1	288,3	275,2	259,4
PRECIPITAÇÃO (mm)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
40,0	79,9	114,9	177,4	230,0	577,2	482,3	289,8	205,1	8,7	12,0	23,0

* Dados fornecidos pela Estação Meteorológica da UFRN; Natal-RN.

Tabela 2 (continuação):

ANO 2001/2002												
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA (Graus Celsius)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
30,2	31,0	30,7	29,7	30,2	28,5	28,4	28,5	28,9	29,8	30,3	30,7	30,6
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA (Graus Celsius)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
20,6	21,3	20,4	19,5	20,3	18,2	18,1	19,1	19,1	20,8	21,7	25,3	25,0
MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA (Graus Celsius)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
27,8	28,4	28,5	27,2	28,0	25,7	25,0	25,5	26,8	27,5	27,9	28,2	27,6
MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
79	78	79	83	79	86	85	82	79	74	73	77	80
VELOCIDADE DO VENTO (m s ⁻¹)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
5,1	4,0	4,0	4,1	4,2	3,8	4,4	5,3	5,1	4,7	4,6	4,7	3,7
DIREÇÃO DO VENTO: Sudoeste												
INSOLAÇÃO (Horas e décimos)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
224,9	213,0	205,7	190,0	211,2	215,4	206,7	242,3	259,1	288,3	275,2	259,4	263,8
PRECIPITAÇÃO (mm)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
30,1	6,8	133,9	360,2	14,4	373,4	150,2	103,2	28,4	13,7	17,1	50,2	134,4

APÊNDICE II

Dados técnicos dos sistemas de irrigação utilizados no Experimento III

Tabela 1: Dados técnicos dos sistemas de irrigação utilizados no Experimento III

ATRIBUTOS	DADOS				
	9º mês após o início do experimento	24º mês após o início o experimento			
	Média Geral	Níveis de salinidade (dS m ⁻¹)			
		0,1	5,0	10,0	15,0
Vazão média (L h ⁻¹)	58,6	54,8	52,3	51,2	54,5
Pressão de serviço média (Kgf cm ⁻²)	1,77	1,63	1,54	1,49	1,59
UD ¹ (%)	-	85,7	92,9	91,5	86,5
CU ² (%)	-	92,7	94,4	93,5	90,8

¹ Uniformidade de distribuição, ² Coeficiente de uniformidade

Tabela 1: Resultados da análise foliar para fins de adubação (Experimento III).

Outubro de 2000							
Componentes minerais (g kg⁻¹)							
Níveis de salinidade	N	P	K	Ca	Mg	Cl	Na
N ₁	18,8	1,3	6,6	3,8	2,5	3,3	1,7
N ₂	18,2	1,1	6,0	3,9	2,7	6,7	2,2
N ₃	17,5	0,9	5,8	3,1	2,8	7,8	2,1
N ₄	17,4	1,1	6,2	2,7	2,8	4,4	2,3

Agosto de 2001							
Componentes minerais (g kg⁻¹)							
Níveis de salinidade	N	P	K	Ca	Mg	Cl	Na
N ₁	14,6	1,61	12,5	2,5	2,1	4,4	1,78
N ₂	14,6	1,42	15,6	1,90	2,4	5,3	2,93
N ₃	14,2	1,41	15,6	1,97	3,92	7,1	3,06
N ₄	14,0	1,47	12,5	1,84	2,12	6,5	2,93

Tabela 2: Composição química de adubos utilizados no Experimento III.

Adubos	Componentes minerais (%)											
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe	Mo
FOSMAG-464		18,0		14,0	3,5	10,0	0,65	0,15	0,18			
Cloreto de Potássio			60,0									
Uréia	45,0											
Fritas FTE BR 12							9,0	1,8	0,8	2,0	3,0	0,1

APÊNDICE IV

Resumos de ANAVA e análise de regressão para as relações flor / fruto formado, flor / fruto colhido e fruto colhido / fruto formado, entre o 10^a e 19^a inflorescência e as médias dessa variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Tabela 1: Resumos de ANAVA e análise de regressão para relação flor / fruto formado (FL/ FO), entre o 10^a e 19^a inflorescência, e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	FL/FO 10	FL/FO 11	FL/FO 12	FL/FO 13	FL/FO 14	FL/FO 15	FL/FO 16	FL/FO 17	FL/FO 18	FL/FO 19
	Valor F ^a									
Salinidade	1,75 ^{ns}	5,36*	43,74**	8,31**	3,38 ^{ns}	5,93*	0,89 ^{ns}	1,46 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Linear	1,66 ^{ns}	5,99*	96,2**	12,82**	2,69 ^{ns}	15,88**	2,23 ^{ns}	3,56 ^{ns}	2,77 ^{ns}	1,17 ^{ns}
Quad	0,84 ^{ns}	8,17*	8,23*	10,14**	4,93*	1,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,97 ^{ns}
DR.	2,74 ^{ns}	1,91 ^{ns}	26,79**	1,96 ^{ns}	2,54 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Bloco	0,85 ^{ns}	0,30 ^{ns}	1,81 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,23 ^{ns}
QMR.	2,94	1,23	1,40	5,43	5,76	0,74	0,89	0,41	0,12	0,02
CV (%)	40,31	23,62	13,44	24,77	36,05	27,92	37,56	33,02	24,02	11,80
CEa (dS m ⁻¹)	Média ^a (FL / FO)									
0,1	2,31	2,30	3,02	2,56	3,31	5,98	7,93	6,06	3,45	2,04
5,0	1,36	2,80	4,25	3,62	4,16	6,85	8,60	7,23	2,94	1,96
10,0	3,11	2,69	4,30	4,28	5,50	10,61	10,72	5,86	4,60	2,73
15,0	2,40	3,37	4,20	3,93	8,28	9,91	9,17	5,78	5,31	3,90

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

^a Valores transformados \sqrt{x}

cho e médias

FO / FC 19
0,86 ^{ns}
1,07 ^{ns}
0,22 ^{ns}
1,22 ^{ns}
0,78 ^{ns}
0,54
26,5
1,35
1,22
1,27
1,15

Tabela 2: Resumos de ANAVA e análise de regressão para relação flor / fruto colhido (FL / FC), entre o 10^a e 19^a inflorescência e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	FL/FC 10	FL/FC 11	FL/FC 12	FL/FC 13	FL/FC 14	FL/FC 15	FL/FC 16	FL/FC 17	FL/FC 18	FL/FC 19
	Valor F ^a									
Salinidade	1,37 ^{ns}	9,09**	0,72 ^{ns}	0,29 ^{ns}	3,91*	15,64**	4,41*	2,49 ^{ns}	2,60 ^{ns}	2,16 ^{ns}
Linear	0,22 ^{ns}	23,7**	0,23 ^{ns}	0,02 ^{ns}	7,62*	44,14**	6,58*	1,86 ^{ns}	6,59*	5,36*
Quad	1,54 ^{ns}	2,21 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,44 ^{ns}	4,09 ^{ns}	1,75 ^{ns}	5,16*	3,60 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,93 ^{ns}
DR.	2,58 ^{ns}	1,41 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,48 ^{ns}	2,01 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Bloco	2,19 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,91 ^{ns}	1,38 ^{ns}	2,27 ^{ns}	0,42 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,41 ^{ns}
QMR.	0,17	0,32	2,61	6,46	3,59	2,54	8,18	5,28	2,13	1,80
CV (%)	25,37	24,35	36,07	50,21	33,89	16,83	29,35	32,88	38,24	55,8
CEa (dS m ⁻¹)	Média ^a (FL / FC)									
0,1	1,76	1,62	2,71	2,05	2,93	3,68	3,73	4,72	3,09	1,76
5,0	1,3	2,05	4,21	3,57	4,14	6,78	8,35	6,32	2,83	1,77
10,0	1,72	2,19	3,5	3,89	5,29	7,25	7,36	5,35	4,27	2,42
15,0	1,74	2,98	3,48	3,73	8	8,23	7,76	5,28	5,09	3,64

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

^aValores transformados \sqrt{x}

Tabela 3: Resumos de ANOVA e análise de regressão para relação fruto formado / fruto colhido (FO / FC), entre o 10º e 19º cacho e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	FO / FC 10	FO / FC 11	FO / FC 12	FO / FC 13	FO / FC 14	FO / FC 15	FO / FC 16	FO / FC 17	FO / FC 18	FO / FC 19
	Valor F									
Salinidade	0,57 ^{ns}	1,15 ^{ns}	3,06 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,95 ^{ns}	1,59 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,86 ^{ns}
Linear	0,25 ^{ns}	0,26 ^{ns}	4,52 ^{ns}	1,54 ^{ns}	1,68 ^{ns}	0,54 ^{ns}	2,47 ^{ns}	3,70 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,07 ^{ns}
Quad	0,09 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,28 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,22 ^{ns}
DR,	1,37 ^{ns}	2,57 ^{ns}	3,37 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,87 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,22 ^{ns}
Bloco	0,71 ^{ns}	2,15 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,78 ^{ns}
QMR,	7,24	1,91	0,40	0,23	1,70	2,70	2,50	0,14	0,33	0,54
CV (%)	36,36	35,30	22,50	13,27	50,3	30,2	25,30	17,91	15,93	26,5
CEa (dS m ⁻¹)	Média ^a (FO / FC)									
0,1	1,72	2,02	1,24	1,56	1,28	2,64	1,11	1,65	1,25	1,35
5,0	1,09	1,86	1,02	1,03	1,01	1,02	1,06	1,31	1,08	1,22
10,0	3,26	1,51	1,51	1,21	1,08	2,14	2,12	1,2	1,16	1,27
15,0	1,91	1,28	1,46	1,11	1,07	1,45	2,46	1,2	1,09	1,15

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

^a Valores transformados \sqrt{x}

APÊNDICE V

Resumos de ANAVA para as variáveis de FC (fluorescência da clorofila) e pH da água de coco (Experimento III)

Tabela 1: Resumos de ANAVA e análise de regressão para parâmetros de FC (fluorescência da clorofila) em avaliações realizadas em agosto (ago) e novembro (nov) de 2001 e janeiro (jan) de 2002 e médias observadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação

Fator	Fluorescência inicial (FO)			Fluorescência máxima (FM)			Fluorescência variável (FV)		
	ago	nov	jan	ago	nov	jan	ago	nov	jan
	Valor F								
Salinidade	2,52 ^{ns}	1,34 ^{ns}	1,67 ^{ns}	2,58 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,08 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Regr. Pol. Linear	2,13 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,43 ^{ns}	2,71 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,32 ^{ns}	1,27 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Reg. Pol Quad	4,8 ^{ns}	2,77 ^{ns}	1,39 ^{ns}	2,01 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,87 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Desv. Reg.	0,63 ^{ns}	1,02 ^{ns}	2,19 ^{ns}	3,05 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,88 ^{ns}	3,92 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,29 ^{ns}
QM Residuo	3526,7	1399,1	816,7	28463,01	58076,16	20598,7	23403,2	93320,6	25848,9
CV (%)	10,51	6,83	5,14	6,22	8,71	5,24	7,15	13,6	7,34
CEa (dS m ⁻¹)	Média								
	FO			FM			FV		
0,1	642,8	527,1	584,1	2847,4	2686,2	2766,8	2205,6	2092,4	2149,2
5,0	522,1	547,1	534,6	2798,51	2897,9	2848,2	2242,3	2372,6	2307,4
10,0	533,1	582,2	557,7	2493,2	2813,2	2653,2	1952,3	2342,1	2150,9
15,0	562,6	531,4	546,9	2709,1	2674,0	2691,5	2150,8	2138,1	2144,5

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

Tabela 2: pH da água de coco mensal e pH médio para todo o experimento (pHT) em função de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação (CEa)

Fator	pH da água-de-coco ano / mês																	
	2000				2001										2002		pHT	
CEa (dS m ⁻¹)	jul	set	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	Ago	set	out	nov	dez		jan
0,1	4,80	4,98	5,00	5,22	5,00	5,07	5,04	5,02	4,02	4,87	5,04	5,14	4,89	5,20	5,19	5,36	5,39	5,08
5,0	4,80	4,98	5,50	5,48	5,24	5,40	5,46	5,28	5,3	5,02	4,98	5,03	4,99	1,28	5,55	5,50	5,74	5,27
10,0	4,84	4,92	5,37	5,54	5,38	5,44	5,44	5,18	5,08	5,11	5,15	5,22	4,88	5,16	5,44	5,44	5,63	5,22
15,0	4,86	4,96	5,57	5,64	5,40	5,35	5,35	5,0	4,94	5,07	5,27	5,24	4,74	5,22	5,41	5,63	5,64	5,21

APÊNDICE VI

Características químicas de amostras do extrato de saturação do solo, nos diferentes tratamentos, coletadas em profundidades distintas em dezembro de 2001 (Experimento III)

Tabela 1: Características químicas de amostras do extrato de saturação do solo, nos diferentes tratamentos, coletadas em profundidades distintas em dezembro de 2001 (Experimento III)

Tra/rep	Profundidade	PS (%)	Ca	Mg	Ions (mmolc L ⁻¹)		CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	CE	pH
					Na	K						
B1T1	0-20	28,33	12,00	11,85	1,97	0,78	0	3,14	14,50	Presente	2,19	6,45
B1T1	20-40	26,67	7,28	9,40	1,97	0,58	0	2,35	15,20	Presente	1,46	6,12
B1T1	40-60	26,67	2,30	6,10	0,97	0,38	0	1,22	3,50	Presente	0,08	5,80
B1T1	60-80	26,67	1,48	3,20	0,97	0,18	0	1,46	2,65	Presente	0,48	6,00
B2T1	0-20	28,33	7,30	5,60	5,97	1,37	0	3,61	14,36	Presente	2,82	5,67
B2T1	20-40	26,67	12,45	11,58	2,97	0,78	0	2,55	14,60	Presente	2,21	5,19
B2T1	40-60	26,67	2,40	8,95	2,97	0,38	0	1,64	7,70	Presente	1,02	5,21
B2T1	60-80	26,67	2,25	4,00	2,97	1,37	0	2,56	5,35	Presente	0,90	5,07
B3T1	0-20	28,33	11,60	10,50	3,97	1,37	0	3,56	15,35	Presente	2,80	5,19
B3T1	20-40	28,33	12,70	13,33	0,97	0,58	0	3,46	14,56	Presente	2,10	5,15
B3T1	40-60	26,67	4,15	5,50	0,97	1,17	0	1,16	8,35	Presente	1,12	4,98
B3T1	60-80	26,67	0,45	5,90	1,97	0,58	0	1,94	7,30	Presente	0,75	5,29
B4T1	0-20	26,67	3,00	7,75	7,97	0,38	0	2,12	10,25	Presente	1,63	5,11
B4T1	20-40	26,67	11,25	7,08	2,97	0,78	0	3,26	14,56	Presente	1,91	5,42
B4T1	40-60	26,67	4,63	5,25	3,97	1,97	0	2,36	7,65	Presente	1,30	5,62
B4T1	60-80	26,67	3,80	7,55	0,97	3,75	0	1,18	9,92	Presente	1,10	5,33
B5T1	0-20	26,67	6,65	8,25	7,97	2,96	0	2,24	16,35	Presente	2,19	5,66
B5T1	20-40	26,67	4,65	8,10	5,97	2,36	0	2,48	14,35	Presente	1,89	5,37
B5T1	40-60	25,00	3,65	1,95	9,97	1,57	0	1,00	12,05	Presente	1,45	5,15
B5T1	60-80	25,00	3,78	7,55	3,97	1,37	0	1,04	12,10	Presente	1,36	5,30
B1T2	0-20	29,00	2,58	11,53	62,97	2,76	0	5,70	56,95	Presente	6,30	5,70
B1T2	20-40	26,67	8,10	5,95	63,97	3,75	0	5,34	55,45	Presente	6,00	5,77
B1T2	40-60	26,67	3,03	6,80	48,97	1,97	0	3,92	40,95	Presente	4,50	5,23
B1T2	60-80	26,67	3,78	5,70	54,97	1,17	0	3,78	51,35	Presente	4,95	5,29
B2T2	0-20	28,33	2,85	3,63	24,97	0,98	0	2,18	20,65	Presente	2,58	5,37
B2T2	20-40	26,67	1,60	4,90	33,97	1,77	0	1,02	29,15	Presente	3,50	4,98
B2T2	40-60	26,67	2,35	2,55	26,97	1,77	0	1,58	22,95	Presente	3,60	4,99
B2T2	60-80	26,67	3,33	2,50	40,97	2,36	0	1,32	36,80	Presente	4,00	4,87

Tabela 1: (Continuação)

Tra/rep	Profundidade	PS (%)	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	CE	pH
B3T2	0-20	28,33	6,75	13,83	63,97	0,98	0	1,84	70,00	Presente	6,60	6,09
B3T2	20-40	26,67	4,58	8,80	44,97	0,58	0	1,88	48,25	Presente	4,40	5,85
B3T2	40-60	26,67	3,78	7,55	34,97	0,58	0	0,96	43,50	Presente	3,70	5,68
B3T2	60-80	26,67	4,75	7,60	42,97	0,58	0	1,84	46,20	Presente	4,20	5,53
B4T2	60-20	28,33	3,78	6,25	41,97	4,54	0	1,36	42,55	Presente	4,20	5,92
B4T2	20-40	26,67	3,50	4,04	44,97	4,34	0	1,34	47,20	Presente	4,40	5,63
B4T2	40-60	26,67	3,15	3,13	33,97	1,57	0	1,00	39,56	Presente	4,36	5,51
B4T2	60-80	26,67	2,35	2,68	32,97	2,16	0	1,50	39,86	Presente	4,25	5,41
B5T2	0-20	26,67	3,45	5,53	14,97	0,78	0	1,44	23,63	Presente	2,11	5,79
B5T2	20-40	26,67	3,55	6,48	29,97	1,37	0	1,64	33,75	Presente	3,20	5,35
B5T2	40-60	26,67	3,65	6,58	21,97	1,17	0	1,06	31,65	Presente	3,51	5,17
B5T2	60-80	26,67	2,75	7,30	32,97	2,16	0	1,38	38,26	Presente	3,25	5,06
B1T3	0-20	28,33	1,90	5,13	68,97	1,97	0	1,84	60,95	Presente	6,05	5,69
B1T3	20-40	26,67	2,18	3,10	62,97	2,56	0	2,00	53,50	Presente	5,29	5,64
B1T3	40-60	26,67	1,93	3,95	66,97	1,37	0	1,70	63,75	Presente	6,10	5,27
B1T3	60-80	26,67	2,65	4,93	77,97	0,78	0	1,44	78,10	Presente	7,85	5,10
B2T3	0-20	29,00	4,85	7,20	82,97	5,13	0	5,28	64,90	Presente	7,50	5,71
B2T3	20-40	26,67	3,53	4,05	82,97	2,56	0	4,06	73,00	Presente	7,20	5,92
B2T3	40-60	26,67	3,05	5,55	86,97	1,77	0	4,42	80,90	Presente	7,60	5,99
B2T3	60-80	26,67	2,95	4,63	89,97	0,78	0	3,86	81,45	Presente	7,30	5,94
B3T3	20-20	28,33	4,28	3,15	29,97	1,97	0	2,46	34,25	Presente	3,70	5,90
B3T3	20-40	26,67	1,98	7,28	49,97	5,53	0	1,66	50,20	Presente	5,20	5,26
B3T3	40-60	26,67	2,90	5,80	43,97	2,16	0	0,64	39,15	Presente	3,80	5,25
B3T3	60-80	26,67	2,45	6,38	48,97	0,18	0	1,26	45,80	Presente	4,40	5,30
B4T3	0-20	28,33	2,23	6,05	18,97	0,98	0	1,84	21,46	Presente	2,31	5,94
B4T3	20-40	26,67	1,78	4,93	35,97	1,17	0	1,58	37,30	Presente	3,00	5,78
B4T3	40-60	26,67	2,08	5,08	40,97	2,36	0	2,56	31,15	Presente	3,70	5,71
B4T3	60-80	26,67	2,20	6,70	41,97	2,96	0	1,88	40,65	Presente	3,80	5,54

Tabela 1 : (continuação)

Tra/rep	Profundidade	PS	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	CE	pH
B5T3	0-20	26,67	1,13	7,55	54,97	0,78	0	3,60	44,55	Presente	4,16	6,36
B5T3	20-40	26,67	1,20	8,13	44,97	0,98	0	1,10	43,80	Presente	4	5,92
B5T3	40-60	26,67	1,68	6,50	36,97	0,78	0	0,92	41,80	Presente	7,8	5,47
B5T3	60-80	26,67	2,35	6,98	50,97	0,98	0	1,02	52,85	Presente	4,7	5,17
B1T4	0-20	28,33	1,63	6,28	88,97	4,94	0	2,84	90,00	Presente	8,7	5,73
B1T4	20-40	27,33	3,93	4,28	109,97	5,13	0	1,74	102,40	Presente	11,8	6,13
B1T4	40-60	26,67	2,53	4,85	119,97	1,77	0	2,10	121,25	Presente	11	6,34
B1T4	60-80	26,67	1,85	5,88	109,97	1,17	0	1,12	111,90	Presente	10,2	6,29
B2T4	0-20	26,67	1,90	2,75	50,97	0,58	0	1,44	43,50	Presente	4,5	5,38
B2T4	20-40	26,67	1,20	2,45	47,97	0,98	0	1,86	41,10	Presente	4,2	5,23
B2T4	40-60	26,67	1,75	2,38	40,97	0,78	0	1,30	33,90	Presente	3,65	5,12
B2T4	60-80	26,67	1,08	2,98	55,97	1,77	0	1,28	49,60	Presente	5	5,06
B3T4	0-20	26,67	5,40	11,03	90,97	2,56	0	1,80	85,60	Presente	10,2	6,23
B3T4	20-40	26,67	2,35	1,73	52,97	2,56	0	1,20	52,60	Presente	4,5	5,61
B3T4	40-60	26,67	1,68	5,05	60,97	2,76	0	1,00	64,30	Presente	6,5	5,54
B3T4	60-80	26,67	5,25	3,03	85,97	6,52	0	0,92	84,60	Presente	8,2	5,28
B4T4	0-20	26,67	2,78	5,65	92,97	2,16	0	2,56	90,15	Presente	8,6	6,18
B4T4	20-40	26,67	1,60	4,60	61,97	2,56	0	1,98	55,60	Presente	6,75	6,26
B4T4	40-60	26,67	2,35	6,88	57,97	3,15	0	1,62	62,75	Presente	5,9	6,49
B4T4	60-80	26,67	1,60	7,48	54,97	2,36	0	1,20	54,90	Presente	5	6,71
B5T4	0-20	28,33	3,95	7,38	69,97	1,57	0	1,70	67,00	Presente	6,5	5,23
B5T4	20-40	26,67	3,03	5,88	76,97	2,56	0	1,56	81,95	Presente	7,2	4,94
B5T4	40-60	26,67	3,50	5,35	72,97	1,57	0	1,34	77,70	Presente	7	5,01
B5T4	60-80	26,67	3,35	6,70	67,97	0,78	0	1,56	58,90	Presente	6,6	5,04