

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

**DISSERTAÇÃO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO COLORIDO MARROM  
ESCURO CNPA 2002/26 SOB ESTRESSE SALINO.**

**ELIEZER DA CUNHA SIQUEIRA**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
DEZEMBRO - 2003**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**MESTRADO**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO COLORIDO MARROM**

**ESCURO CNPA 2002/26 SOB ESTRESSE SALINO.**

**DISSERTAÇÃO**

**ELIEZER DA CUNHA SIQUEIRA**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**2003**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO COLORIDO MARROM  
ESCURO CNPA 2002/26 SOB ESTRESSE SALINO.**

**ELIEZER DA CUNHA SIQUEIRA  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO COLORIDO MARROM  
ESCURO CNPA 2002/26 SOB ESTRESSE SALINO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. HANS RAJ GHEYI – UFCG/CCT/DEAg**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO BELTRÃO – Embrapa  
Algodão**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**DEZEMBRO – 2003**



**S618c** Siqueira, Eliezer da Cunha  
2003 Crescimento e produção do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26 sob estresse salino/ Eliezer da Cunha Siqueira. – Campina Grande: UFCCG, 2003.  
57p.:il.

Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola). UFCCG/  
CCT / DEAg.

Inclui bibliografia

1. Salinidade
  2. Algodão Colorido
  3. Irrigação
  4. *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch
- I. Título

CDU: 626.824



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

**ELIEZER DA CUNHA SIQUEIRA**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO COLORIDO  
MARROM ESCURO – CNPA 2002/26 SOB ESTRESSE SALINO**

BANCA EXAMINADORA

*Hans Raj Gheyi*

Dr. Hans Raj Gheyi-Orientador

PARECER

*Aprovado*

*Napoleão E. de M. Beltrão S.*

Dr. Napoleão Esberard de M. Beltrão-Orientador

*APROVADO.*

*Pedro Dantas Fernandes*

Dr. Pedro Dantas Fernandes-Examinador

*Aprovado*

*Fábio Henrique Torres de Oliveira*

Dr. Fábio Henrique T. de Oliveira-Examinador

*APROVADA*

*José Geraldo dos Santos*

Dr. José Geraldo R. dos Santos-Examinador

*APROVADO*

DEZEMBRO - 2003

Em memória de minha mãe, Alzenir da Cunha Siqueira, exemplo de doação, amor, carinho e bondade infinita.

A Francisco Ferreira da Silva (*in memoriam*).

### **MINHA HOMENAGEM**

A minha esposa Maria Elsa, meus filhos  
Annanda Luísa e Adson Matheus.

### **OFEREÇO E DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, Luz, Essência e Misericórdia.

À Coordenação e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em especial, Hugo Carvalho, José Dantas, Marx Prestes, Hamilton, Carlos Azevedo, Antonio Berto, Fcº. de Assis Santos, Vera Lúcia e Josivanda, pelos conhecimentos repassados e, sobretudo pela amizade.

Aos Professores Orientadores: Dr. Hans Raj Gheyi e Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, pelos ensinamentos, compreensão, consideração respeito e amizade.

Ao Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos, por fazer parte da banca examinadora e enriquecimento deste trabalho com valorosas sugestões.

Aos professores: Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira e Dr. Pedro Dantas Fernandes, pelos ensinamentos, críticas e sugestões para melhoria deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES).

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), por meio da Embrapa – Algodão, estrutura e apoio humano cedidos à realização deste trabalho.

À Autarquia Educacional do Araripe / Faculdade de Ciências Agrárias de Araripina por todo apoio dispensado.

À Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco e em especial à Escola Fernando Bezerra.

A todos os Colegas de Curso, por meio de Fred, Genival, Mário e Severino, pela amizade, pelas inestimáveis contribuições e incentivos constantes.

As Sras. Rivanilda e Aparecida pela atenção e dedicação, sempre.

Aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS): Pedro, Seu Zé, Adilson, Doutor, Wilson, Zé Maria e, em especial a Francisco Alves da Silva, pelas valiosas contribuições.

À minha mãe Alzenir (*in memoriam*) e ao meu pai Ageu, exemplos de renúncias e amor.

Aos meus irmãos e irmãs Elizabete, Eliziete, Eliete, Elza, Édina, Élio, Elizete e Elenivaldo, pela amizade e companheirismo de cada dia.

Aos amigos Tontonho, Altair, Robson, Gilmar, Washington, Elenilson, e tantos outros, pela amizade, alegrias e apoio.

À Maria Elsa, Annanda Luísa e Adson Matheus, companheirismo, amor, estímulo, apoio, compreensão e razão de tudo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

**SIQUEIRA, Eliezer da Cunha. Crescimento e produção do algodoeiro colorido CNPA 2002/26 sob estresse salino. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB. 2003 (Dissertação de Mestrado).**

## **RESUMO**

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L) sob regime de irrigação é uma das principais alternativas para a agricultura do semi-árido nordestino. Considerado como tolerante à salinidade, o algodoeiro, possibilita a exploração de áreas afetadas por sais e o aproveitamento das águas consideradas inadequadas para culturas sensíveis, assim como, a possibilidade de produzir fibras coloridas, um produto “ecologicamente correto”, que por dispensar a necessidade de coloração artificial não polui o ambiente. O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes níveis de salinidade e composições da água de irrigação sobre a germinação, crescimento e produção do algodoeiro herbáceo – linhagem CNPA 2002/26 – Cluster Marrom Escuro. Foi conduzido um ensaio experimental sob condições de casa-de-vegetação na Embrapa – Algodão, Campina Grande – PB., utilizando-se como substrato um Neossolo, tipo regossolo de textura franco-arenosa, originalmente classificado como não salino. O experimento foi instalado no período de abril a setembro de 2003. Adotou-se o esquema fatorial 6 x 2, em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, estudando-se o efeito de 6 níveis de condutividade elétrica da água – CEa (2,0, 3,5, 5,0, 6,5, 8,0 e 9,5 dSm<sup>-1</sup>) e 2 composições diferentes de água de irrigação quanto a relação Na<sup>+</sup>:Ca<sup>+2</sup> (9,5:0,5 % e 6:4 %, respectivamente) em forma de cloreto. Foram analisadas as seguintes características: percentagem de germinação; altura de plantas; número de folhas; área foliar; diâmetro de caule; fitomassa da parte aérea, total e das raízes; taxas de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo e razão de área foliar; número de capulhos, peso médio de capulho e do algodão em caroço. Os resultados obtidos indicam que não houve alterações bruscas no pH do solo; mesmo com as lixiviações ocorreu aumento na condutividade elétrica do extrato de saturação - CEes no final do experimento; verificou-se redução do consumo de água pelas plantas com a elevação dos níveis de salinidade, indicando que as plantas desenvolveram-se sob efeito do déficit hídrico. Os resultados indicaram ainda, que a linhagem em estudo apresenta maior sensibilidade nas variáveis de crescimento do que nas de produção e, de maneira geral, sendo mais afetada pelos níveis de salinidade do que pelas diferentes composições das águas utilizadas nas irrigações. Embora tenha se observado efeitos significativos da salinidade da água de irrigação sobre a maioria das variáveis analisadas, os

dados indicam que houve queda mais acentuada no rendimento da cultura somente a partir de  $CEa = 6,5 \text{ dSm}^{-1}$ . A média de produção, obtida com água de CE de  $8,0 \text{ dS.m}^{-1}$ , foi de 37,81 % inferior à média obtida com CE de  $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$ . Assim, pelos resultados pode-se constatar que a linhagem trabalhada (CNPA 2002/26 – Marrom Escuro), teve um padrão tolerante à salinidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** salinidade, algodão colorido, irrigação, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.

**SIQUEIRA, Eliezer da Cunha. Growth and production of the colored cotton plant CNPA 2002/26 under saline stress. Federal university of Campina Grande. Campina Grande - PB. 2003. (Master Science Thesis).**

## **ABSTRACT**

Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch) under irrigation is one of the main agricultural alternatives for the semi-arid the Brazilian Northeast. Considered as tolerant to salinity, it makes possible the use of salt affected soils and of the waters considered inadequate for sensitive crops, as well as, the possibility to produce colored fibers, a product "environmental correct". This in absence of need for artificial coloration does not pollute the environment. The objective of present research was to study the effects of different salinity levels and composition of the irrigation water on the germination, growth and yield of the upland cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch) - line CNPA 2002/26 - Dark Brown Cluster. For this, an experiment was conducted under greenhouse conditions at Embrapa - Cotton, Campina Grande - PB, using as substrate a Neossolo regossol of sandy loam texture, initially classified as non saline. The experiment was conducted during the period of April to September of 2003 in a 6 x 2 factorial scheme using completely randomized design with three replications. The effects of 6 of water salinity levels -ECw (2.0, 3.5, 5.0, 6.5, 8.0 and 9.5 dSm<sup>-1</sup>) and 2 irrigation water compositions with Na/Ca ratios (9.5/0.5 and 6.0/4.0) in chloride forms, were studied. The variables analyzed were germination and growth (plant height, number of leaves, leaf area, dry weight of the aerial part total plant and root weight), physiological indexes (absolute and relative growth and ratio of leaf area) and production variables (number of capsule and it's mean weight). The obtained results showed no abrupt alterations of the soil pH with the treatments and in spite of leaching; there was increase of the electrical conductivity of soil (EC) at the end of experiment and reduction of the water consumption by the plant, indicating that the plants suffered water stress induced by the high saline levels. The results also showed that the growth variables were more sensitive than the production variables and, in a general way, the salinity levels were more xxx to plants than the composition the irrigation water. Although the significant effects of the salinity levels were observed on most of the variables analyzed, the results showed an appreciable yield decrease for salinity levels higher than 6.5 dSm<sup>-1</sup>. The average yield obtained with the level of ECw 8.0 dS m<sup>-1</sup> was 37.81 % of that obtained with the level of 2.0 dSm<sup>-1</sup>. Thus, preliminarily, the cotton line used in the present study is tolerant to the salinity.

**KEYWORDS:** salinity, colored cotton, irrigation, *Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch.

**LISTA DE TABELAS**

- TABELA 1.** Análise química da água do sistema de abastecimento de Campina Grande – PB (CAGEPA). LIS/UFMG. Campina Grande, PB. 2003.....17
- TABELA 2.** Características física e químicas do solo utilizado no experimento. LIS/UFMG Campina Grande, PB. 2003.....19
- TABELA 3.** Resumo da análise de variância e médias para a percentagem de germinação do algodoeiro aos 15 dias após a semeadura em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e em diferentes tipos de água. Campina Grande, PB. 2003.....27
- TABELA 4.** Resumo de análise de variância e médias para altura de plantas, número de folhas, área foliar e diâmetro do caule relativos do algodoeiro colorido CNPA 2002/26. Campina Grande, PB. 2003.....30
- TABELA 5.** Resumo da análise de variância e médias para fitomassa total da parte aérea(FPA), fitomassa total das raízes (FTR) e fitomassa total da planta (FTP) e relativos aos dados obtidos aos ao final do ciclo algodoeiro. Campina Grande, PB. 2003.....35
- TABELA 6.** Resumo de análise de variância e médias para taxa de crescimento absoluto (TCAC), taxa de crescimento relativo (TCRC) e a razão de área foliar (RAF) do algodoeiro. Campina Grande, PB. 2003.....39
- TABELA 7.** Resumo de ANAVA para fitomassa total da parte aérea (FPA), fitomassa total das raízes (FTR) e fitomassa total da planta (FTP) e relativos aos dados do algodoeiro ao final do experimento. Campina Grande, PB. 2003.....40
- TABELA 8.** Valores de condutividade elétrica (CEes) e pH do extrato de saturação (pHes), condutividade elétrica da suspensão (CESusp) e do pH da suspensão em água (pHSusp), obtidos ao final do experimento. Campina Grande, PB. 2003.....43
- TABELA 9.** Resumo de análise de variância e médias para consumo de água do algodoeiro durante todo o ciclo, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CE<sub>a</sub>) e em diferentes tipos de água. Campina Grande, PB. 2003.....45

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Aspecto geral do genótipo CNPA2002/26, cluster marrom escuro. Campina Grande, PB. 2003.....17
- FIGURA 2.** Percentagem de germinação relativa do algodoeiro colorido CNPA 2002/26 sob diferentes níveis de salinidade de água de irrigação. Campina Grande, PB. 2003.....28
- FIGURA 3.** Altura de plantas -AP (a), número de folhas - NF (b), área foliar - AF (c) e diâmetro do caule - DC (d) do algodoeiro colorido CNPA 2002/26 em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande - PB. 2003.....29
- FIGURA 4.** Altura da planta do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação Campina Grande - PB. 2003.....31
- FIGURA 5.** Número de folhas do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....32
- FIGURA 6.** Área foliar do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....33
- FIGURA 7.** Diâmetro do caule do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....34
- FIGURA 8.** Fitomassa da parte aérea do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....36
- FIGURA 9.** Produção em caroço do algodoeiro de fibra colorida marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....37

- FIGURA 10.** Fitomassa total do algodoeiro em função da condutividade elétrica da água de irrigação.. Fitomassa total do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB.2003..... 38
- FIGURA 11.** Taxa de crescimento absoluto caulinar (TCAC) do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26 em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....39
- FIGURA12.** Número de capulhos colhidos (NC) do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....41
- FIGURA13.** Produção em caroço do algodoeiro de fibra colorida marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....42
- FIGURA 14.** Volume de água consumida por planta, na cultura do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.....45

## SUMÁRIO

<b>1. - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. – REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. IMPORTÂNCIA DA COTONICULTURA .....	3
2.2. ASPECTOS GERAIS DA SALINIDADE DO SOLO.....	4
2.3. QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO .....	4
2.4. EFEITOS DA SALINIDADE SOBRE AS PLANTAS.....	6
2.5. TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE .....	7
2.5.1. <i>Salinidade e toxicidade</i> .....	8
2.6. EFEITOS DA SALINIDADE SOBRE ALGODOEIRO .....	9
2.7. ANÁLISE DE CRESCIMENTO .....	14
<b>3. - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	16
3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	16
3.3. GENÓTIPO DE ALGODOEIRO ESTUDADO .....	17
3.4. MATERIAL DO SOLO UTILIZADO NO EXPERIMENTO .....	18
3.5. UNIDADE EXPERIMENTAL E INSTALAÇÃO DO ENSAIO.....	18
3.6. MANEJO DAS IRRIGAÇÕES .....	20
3.7. TRATOS CULTURAIS.....	21
3.8. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	21
3.8.1. <i>Porcentagem de germinação</i> .....	21
3.8.2. <i>Altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule e área foliar</i> .....	21
3.8.3. <i>Fitomassa</i> .....	22
3.8.4. <i>Taxas de Crescimento Absoluto Caulinar e Relativo Caulinar</i> .....	23
3.8.5. <i>Razão de Área Foliar</i> .....	23
3.8.6. <i>Componentes de Produção</i> .....	24
3.8.7. <i>Estudo do solo no final do experimento</i> .....	24
3.8.8. <i>Volume de Água Consumida pela Cultura</i> .....	24
3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	24

<b>4. – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
4.1. PERCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (PG) .....	26
4.2. CRESCIMENTO VEGETATIVO DO ALGODOEIRO.....	28
4.2.1. <i>Altura de plantas (AP)</i> .....	30
4.2.2. <i>Número de folhas (NF)</i> .....	31
4.2.3. <i>Área Foliar (AF)</i> .....	33
4.2.4. <i>Diâmetro do caule (DC)</i> .....	33
4.3. FITOMASSA.....	34
4.3.1. <i>Fitomassa Total da Parte Aérea (FPA)</i> .....	35
4.3.2. <i>Fitomassa Total das Raízes (FTR)</i> .....	36
4.3.3. <i>Fitomassa Total da Planta (FTP)</i> .....	37
4.4. ÍNDICES FISIOLÓGICOS.....	38
4.4.1. <i>Taxa de crescimento absoluto caulinar (TCAC)</i> .....	38
4.4.2. <i>Taxa de crescimento relativo (TCRC) e Razão de área foliar (RAF)</i> .....	40
4.5. COMPONENTES DE PRODUÇÃO.....	40
4.5.1. <i>Número de capulhos (NC)</i> .....	41
4.5.2. <i>Produção de Algodão em Caroço (PAC)</i> .....	42
4.6. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO NO FINAL DO EXPERIMENTO .....	43
4.7. CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS DURANTE O CICLO (C).....	44
<b>5. – CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>6. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>

## 1. - INTRODUÇÃO

Aumentar a produção de alimentos e fibras para satisfazer as necessidades da crescente população mundial em base sustentável, tem sido a principal meta de todas as nações (RHOADES et al., 2000). O aumento da produção agrícola não pode mais ser efetuado por meio da mera expansão de terra cultivada, pois com poucas exceções, em contexto mundial, a terra arável se aproxima de seus limites de expansão.

Neste contexto, a importância da agricultura irrigada é fundamental. A irrigação torna possível o aumento da produção por unidade de área e a estabilização da produção. Entretanto, a irrigação requer água e este é um insumo essencial cujo suprimento se torna cada vez mais escasso. Atualmente vários países estão se aproximando da plena utilização do suprimento de seus recursos hídricos convencionais, levando a uma diminuição na disponibilidade de água de boa qualidade para a agricultura (HESPANHOL, 2003).

Em todo o mundo, o uso intensivo de águas de boa qualidade tem acarretado, de forma crescente, a diminuição da sua disponibilidade para novos e antigos projetos de irrigação e, por outro lado, a crescente necessidade de expansão das áreas agrícolas, tem gerado a necessidade do uso de águas consideradas de qualidade inferior (AYERS & WESTCOT, 1999).

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 de irrigação (RHOADES et al., 2000).

Quanto à resposta das plantas à salinidade do solo provocada pela água de irrigação, cada material vegetal possui um limite de tolerância denominado "Salinidade Limiar" (SL), acima do qual o seu rendimento é reduzido com o incremento da salinidade do solo, expressa em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) à 25°C. Sendo assim, o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é classificado como tolerante à

salinidade, possuindo valor de SL de  $7,7 \text{ dSm}^{-1}$  (MAAS, 1984; AYERS & WESTCOT, 1999).

Mesmo sendo uma cultura relativamente tolerante ao déficit hídrico e classificada como tolerante aos sais o algodoeiro, tem seu rendimento sensivelmente reduzido quando ocorrem concentrações elevadas de sais no solo na fase de germinação das sementes, e/ou déficit hídrico no início da floração. (MARANI & AMIRAV, 1971; MILLAR, 1976; MAAS & HOFFMAN, 1980).

Para a região semi-árida do Nordeste brasileiro, a cotonicultura tem sido uma atividade agrícola de grande importância sócio-econômica por agregar grande contingente de mão-de-obra tanto no campo como na cidade e dispor do segundo maior parque têxtil do país, com elevada demanda em matéria-prima (BELTRÃO et al., 1986). Entretanto, em função da instabilidade climática das áreas agrozoneadas dessa região, é imprescindível o uso da irrigação para se ter uma cotonicultura economicamente sustentável e produtiva, pois os estudos de Magalhães et al., (1987) consideram que as irregularidades das chuvas ocasionam perdas de até 70 % na produtividade do algodoeiro no semi-árido.

O cultivo do algodoeiro irrigado apresenta razoável rentabilidade, ocupa a área por pouco tempo (ciclo de 110 a 150 dias) e apresenta baixo consumo de água (cerca de  $4500 \text{ a } 6000 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ ), variando em função do ciclo da cultivar utilizada e condições edafoclimáticas de cada região produtora (ALMEIDA et al., 1990; BELTRÃO, 1996).

Os algodões de fibras coloridas, mesmo sendo tão antigo quanto os de fibras brancas, foram considerados indesejáveis ao longo do tempo, não tendo sido estudados no passado. Recentemente, com a busca por “produtos ecologicamente corretos”, que não poluam o ambiente e, por dispensar a necessidade de coloração artificial, têm-se dado ênfase a pesquisa e exploração do algodão de fibras coloridas, no intuito de se obter cultivares produtivos e com boas características de fibras (EMBRAPA, 2002).

Considerando esses aspectos, no presente trabalho objetivou-se estudar o crescimento, desenvolvimento e rendimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L), linhagem CNPA 2002/26 - Cluster Marrom Escuro, irrigado com águas de diferentes composições e níveis de salinidade.

## 2. – REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Importância da Cotonicultura

O algodoeiro é uma dicotiledônea da família malvácea. O gênero *Gossypium*, ao qual pertence, é bastante variado. Com distribuição em quase todos os países produtores, a espécie *Gossypium hirsutum*, é responsável por mais de 90 % da produção mundial (FUZATTO, 1999). Suas fibras são responsáveis pelo vestuário de mais de 45 % da humanidade, apesar do grande desenvolvimento das fibras sintéticas e artificiais, derivadas do petróleo e outros produtos, como a celulose oriunda do línter do próprio algodão (BELTRÃO, 1996).

No mercado mundial de algodão o Brasil sempre desempenhou papel de grande produtor/exportador, mas a abertura do mercado ao produto importado com baixas taxas de juros anuais e, em função das adversidades climáticas, juntamente com problemas fitossanitários, a exemplo do bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman), no decorrer das últimas décadas, fez o país passar para a condição de grande importador de pluma (BARROS & SANTOS, 1997). Entretanto, recentemente tem ocorrido uma recuperação da safra nacional, agora em 2002/2003 a área plantada com o algodoeiro, no Brasil, foi de 715 mil hectares com uma produção de 808,6 mil toneladas de pluma e uma produtividade média, expressa em algodão em caroço, de 2.972 kg.ha (CONAB, 2003).

Para a região semi-árida do Nordeste brasileiro, a cotonicultura com uma área plantada de 160,8 mil hectares e uma produção de 117,1 mil toneladas de pluma e uma produtividade média de algodão em caroço de 1.928 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2003), constitui-se em uma importante fonte geradora de empregos e renda.

## 2.2. Aspectos Gerais da Salinidade do Solo

A salinização do solo tem origem na própria formação do solo, uma vez que o mesmo é produto da intemperização da rocha matriz, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de vários fatores, tais como clima, relevo, organismos e o tempo. A fonte dos sais solúveis em água são os minerais primários que se encontram no solo e nas rochas da crosta terrestre (RICHARDS, 1954; SANTOS, 2000).

Segundo Richards (1954), embora a principal fonte de todos os sais encontrado no solo seja a intemperização das rochas, os problemas de salinidade do solo têm sido freqüentemente associados com a água de irrigação e com a presença de aquífero freático elevado e não controlado. Entretanto, os ventos, as chuvas e as inundações das águas do mar têm, também, provocado problema de salinidade em várias partes do mundo (van ALPHEN & VERHOEVEN, 1983).

Os solos salinos se desenvolvem em consequência do acúmulo gradativo de sais. Os sais mais freqüentemente encontrados nesses solos são formados pelos cátions de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Na}^+$  e pelos ânions de  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Com menos freqüência, nesses solos encontra-se outros íons como  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{HCO}_3^-$ .

As propriedades físicas do solo, tais como estrutura, estabilidade dos agregados, dispersão das partículas, permeabilidade e infiltração são muito influenciadas pelos tipos de cátions trocáveis presentes no solo (SHAINBERG & OSTER, 1978). Para PIZARRO (1985), o principal efeito da salinidade sobre os solos consiste em sua ação na estrutura dos mesmos.

A maioria dos solos afetados por sais ocorre em regiões áridas e semi-áridas, onde a evapotranspiração tende a ser sempre superior a precipitação, não ocorrendo percolação de água da chuva por meio do perfil do solo, capaz de lavar os sais (CORDEIRO, 1988; GHEYI et al., 1997).

## 2.3. Qualidade da água para irrigação

A água é fator de fundamental importância para produção de alimentos e fibras. A prática da irrigação, em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção

agrícola, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semi-árido nordestino, onde ocorre déficit hídrico para as plantas durante a maior parte do ano. Nessas regiões, sem um adequado manejo da irrigação, a salinização do solo é inevitável (HOLANDA & AMORIM, 1997).

De acordo com Ayers & Westcot (1999), a qualidade da água para irrigação está relacionada com os seus efeitos prejudiciais no solo e às culturas, requerendo, muitas vezes, técnicas especiais de manejo para compensar eventuais problemas associados com o seu uso. A adequabilidade da água para irrigação depende tanto de sua própria qualidade intrínseca quanto de fatores relacionados com as condições de uso (WILCOX & DURUM, 1967). Uma mesma água pode ser considerada adequada para uma certa cultura ou solo, mas ser imprópria para outra. Portanto, é imprescindível a avaliação da qualidade da água como medida preventiva dos processos de salinização gradativos pelo acúmulo de sais oriundos das águas de irrigação. Além das características físico-químicas da água, outros fatores devem ser considerados e analisados em conjunto quando de sua avaliação e recomendação de uso para irrigação.

As águas de irrigação devem ser avaliadas principalmente sob três aspectos: salinidade, sodicidade e toxicidade de íons, parâmetros fundamentais na determinação da qualidade agronômica das mesmas. O efeito da salinidade é de natureza osmótica, podendo afetar diretamente o rendimento das culturas. A sodicidade se refere ao efeito relativo do sódio da água de irrigação tendendo a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST) e causar problemas de infiltração. A toxicidade diz respeito ao efeito específico de certos íons sobre as plantas afetando o rendimento, independente do efeito osmótico. A excessiva salinidade reduz o desenvolvimento das plantas devido ao aumento de energia que estas precisam desprender para absorver água do solo e ao ajustamento bioquímico necessário para sobreviver sob estresse salino (RHOADES et al., 2000).

Os principais critérios para avaliação da qualidade da água para irrigação são acidez (pH), condutividade elétrica (CEa), teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, carbonato, bicarbonato, boro, sólidos dissolvidos totais (SDT), relação de adsorção de sódio (RAS) e a porcentagem de sódio trocável (PST). Estudos realizados por Leprun (1983), Costa & Gheyi (1984) e Medeiros (1992) no nordeste do Brasil, mostram que a concentração dos principais íons presentes na água pode ser estimada com razoável

exatidão, a partir de sua condutividade elétrica, que pode expressar indiretamente a concentração total de sais solúveis.

Dentre as diversas proposições para classificação da água de irrigação, as de Richards (1954) e Ayers & Westcot (1999) são as mais citadas.

Medeiros & Gheyi (1994) enfatizam a necessidade do desenvolvimento de um sistema de classificação de água, próprio para as condições brasileiras, como medida para se ter um prognóstico seguro de seu efeito quando usada em irrigação. Enquanto isso não ocorre, sugerem a utilização da University of Califórnia Committee of Consultants (1974), citada por Frenkel (1984) e Pizarro (1985), por não ser tão conservadora como a de Richards (1954) e nem generalista como a apresentada por Ayers & Westcot (1999). Com relação a sodicidade ou aos problemas de infiltração e a toxicidade iônica, as diretrizes apresentadas por Ayers & Westcot (1999) são adequadas.

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

A salinidade exerce uma variedade de efeitos sobre o desenvolvimento das plantas e na qualidade da produção, dependendo de fatores tais como, natureza e quantidade de sais solúveis, espécie, cultivar e sua tolerância à salinidade, estágio de desenvolvimento fenológico, nutricional, taxa de evapotranspiração, além do manejo de irrigação (INGVALSON et al., 1976; KORKOR & HILLEL, 1976).

Algumas diferenças em relação ao crescimento das plantas, quando se compara um íon com o outro, indicam que além do efeito osmótico, ocorre efeito específico do íon. Em estudos realizados sobre o efeito de diferentes sais ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{MgSO}_4$ ) em várias concentrações na germinação de quatro espécies de gramíneas, Ryan et al., (1975), verificaram que a percentagem de germinação foi influenciada tanto pela concentração de sais como pela natureza dos íons da solução salina

Segundo Richards (1954), a redução e desuniformidade do crescimento, coloração verde-azulada e queimaduras nas bordas das folhas são características dos efeitos nocivos dos sais nos vegetais, sendo estes efeitos de ordem osmótica e tóxica. Berstein (1961) e Strogonov (1964) também consideram os dois efeitos citados por Richards (1954) e acrescenta um terceiro, o efeito específico de natureza nutricional, que tem influencia mais marcante que o efeito osmótico. Rhoades & Loveday (1990), Rhoades et al., (1992) e

Ayers & Westcot (1999), acrescentam possíveis efeitos indiretos causados por alterações físicas e químicas no solo.

Semelhantemente, Tayer (1987) cita três efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais: i) seca fisiológica provenientes da redução do potencial osmótico; ii) efeito tóxico de íons, principalmente, cloreto e sódio e iii) desequilíbrio nutricional, provocado pela concentração iônica elevada, especialmente de sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes.

O mecanismo de inibição no desenvolvimento das plantas, resultante da salinidade, é devido ao seu efeito direto na síntese do RNA e na redução da divisão celular e, ou, alongamento das células, causado pela diminuição da água disponível às plantas (TAYER, 1987). Também é comum ocorrerem adaptações morfológicas nas plantas, sob condições de déficit hídrico e salino, como forma de reduzir a perda de água por transpiração. Dentre estas adaptações, destacam-se a redução do tamanho e do número de folhas (SHANNON, 1979; FAGERIA, 1989).

Em alguns casos a salinidade pode influenciar positivamente no crescimento e desenvolvimento de algumas plantas. Em halófitas, a salinidade promove o crescimento e pode aumentar o rendimento ou qualidade de alguns cultivos. A salinidade moderada pode aumentar o rendimento de algodão (PASTERNAK et al., 1979), elevar a concentração de sólidos solúveis totais em tomates (RUSH & EPSTEIN, 1981) e aumentar a tolerância dos citros a geadas (SYLVERSTSEN & YELENOSKY, 1988).

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

Em geral, as plantas apresentam padrões diferentes diante dos problemas de salinidade e sodicidade. Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade. Algumas produzem aceitavelmente em condições de salinidade elevada e outras são sensíveis às condições de baixa salinidade. Isso depende do tipo de sais solúveis, percentagem de sódio trocável e presença de íons tóxicos. A adaptação das plantas à salinidade deve-se à melhor capacidade de ajuste osmótico das mesmas, resultando em absorção de maior quantidade de água, mesmo em condições de salinidade (AYERS & WESTCOT, 1999).

Segundo Richards (1954), a tolerância das culturas à salinidade pode ser avaliada mediante três critérios básicos: i) capacidade para sobreviver em solo salino; ii) rendimento

obtido em solo salino, e iii) rendimento em solos salinos, comparado ao obtido em solos não salino sob condições semelhantes.

A tolerância de algumas culturas à salinidade pode ser de oito a dez vezes maior que a de outras. Esta diferença se deve à maior capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas possuem. Assim, essa característica permite a seleção de genótipos mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo em baixos níveis. A amplitude dessa tolerância relativa permite a utilização de águas de salinidade moderada para algumas culturas e, portanto, aumenta a faixa aceitável das águas salinas, consideradas adequadas à irrigação (AYERS & WESTCOT, 1999).

Richards (1954) e Maas & Hoffman (1980) classificaram o algodoeiro como tolerante aos sais. Por outro lado, Ribeiro (1982) afirma que a salinidade do solo pode reduzir o crescimento do algodoeiro, a taxa fotossintética da cultura, devido ao fechamento dos estômatos e causar modificações na estrutura dos frutos e que a magnitude do efeito varia com a cultivar utilizado.

Medeiros (1996) observou decréscimo tanto na altura da planta como na área foliar do algodoeiro, à medida que aumentou os níveis de sais na água de irrigação, bem como verificou a redução no conteúdo de água na planta, que variou com o estágio de crescimento da planta.

### **2.5.1. Salinidade e toxicidade**

O efeito da toxicidade de sais no desenvolvimento das culturas é variável, dependendo do tipo e da concentração de certos íons específicos envolvidos, bem como da espécie ou variedade vegetal (STROGONOV, 1964). Os problemas de toxicidade ocorrem quando certos íons absorvidos pelas plantas são acumulados em excesso no citoplasma celular, resultando em danos principalmente nas bordas e ápice das folhas, provocando distúrbios fisiológicos. Os danos podem reduzir significativamente, os rendimentos, e sua magnitude depende do tempo de exposição das plantas ao estresse, concentração de íons, tolerância das plantas e do uso da água pelas culturas (AYERS & WESTCOT, 1999).

Os sintomas de toxicidade podem aparecer em qualquer cultura, desde que as concentrações sejam suficientemente altas ou acima de níveis de tolerância da cultura

(AYERS & WESTCOT, 1999). Normalmente a toxicidade é provocada pelos íons cloretos, sódio e boro, mas outros íons podem tornar-se tóxicos às plantas, mesmo em pequenas concentrações. A fitotoxicidade provocada pelo cloreto é a mais comum, seus sintomas se manifestam na forma de queimadura, inicialmente nas extremidades do limbo foliar e progride para o centro até provocar a queda prematura das folhas.

Quanto ao sódio, ao contrário do cloreto, seu excesso resulta em danos principalmente nas folhas mais velhas, como queimadura ou necrose ao longo das bordas e na medida que a necrose se intensifica, espalha-se progressivamente na área internevural até o centro das folhas (AYERS & WESTCOT, 1999). O critério de tolerância das plantas ao sódio baseia-se na percentagem de sódio trocável (PST) do solo. Neste caso, o algodoeiro é considerado sensível na germinação (PST < 15 %) e tolerante nas fases de crescimento, desenvolvimento e produção, suportando uma PST > 40 % (AYERS & WESTCOT, 1999).

O boro é essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, mas pode ser tóxico em concentrações ligeiramente superiores àquelas necessárias para crescimento ótimo. A tolerância das culturas varia com o clima, solo e genótipo. (AYERS & WESTCOT, 1999).

Os problemas de toxicidade mais freqüentemente têm ocorrido em função do boro da água de irrigação, os danos causados se resumem em manchas amareladas ou secas, principalmente nas bordas e no ápice das folhas velhas. À medida que o quadro se agrava, os sintomas se estendem pelas internervuras até o centro das folhas (AYERS & WESTCOT, 1999).

O algodoeiro pode ser classificado como "muito tolerante" ao boro, pois suporta concentrações desse elemento que variam de 6 a 15 mgL<sup>-1</sup> na água de irrigação (MAAS, 1984).

## **2.6. Efeitos da Salinidade sobre Algodoeiro**

Para Ayers & Westcot (1999), nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis em altos níveis de salinidade e outras são sensíveis a níveis de salinidade relativamente baixos e, em função desta diferença de padrão, estabeleceram-se os limites de tolerância relativa à salinidade das

culturas, a partir do conceito de salinidade limiar (SL) que é o nível máximo de salinidade média do extrato de saturação do solo que pode ser tolerado pelas plantas, sem afetar negativamente seu desenvolvimento. Conforme estes autores, as tolerâncias relativas das culturas podem ser classificadas do seguinte modo:

<b>Grupo de Tolerância Relativa</b>	<b>Salinidade Limiar (dSm<sup>-1</sup>)</b>
➤ Sensíveis.....	< 1,3
➤ Moderadamente sensíveis.....	1,3 – 3,0
➤ Moderadamente Tolerantes.....	3,0 – 6,0
➤ Tolerantes.....	6,0 – 10,0
➤ Altamente Tolerantes.....	> 10,0

Esta diferença na capacidade de tolerância de cada cultura se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas plantas têm, o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água. Esta capacidade de adaptação é muito útil e permite a seleção de culturas mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, mesmo quando o nível de salinidade no solo seja inadequado para a maioria das culturas. Dentro deste contexto, o algodão se sobressai como uma das culturas capazes de produzir bem em concentrações de sais solúveis bem acima da suportada pela maioria das plantas cultivadas.

Em trabalho realizado em solo salino com as cultivares CNPA Acala 1 e CNPA Precoce 1, Nunes Filho (1993) observou que algumas variáveis fisiológicas como o teor relativo de água nas folhas e o potencial de água nas folhas apresentaram padrão diferentes para as duas cultivares. Com relação às características morfológicas, tais como altura média de plantas, produção do algodão em caroço e fitomassa da parte aérea, as cultivares responderam de modo diferenciado à concentração de sais no solo, enquanto para área foliar e para fitomassa da raiz ambas apresentaram padrão semelhante. Em relação ao teor relativo de água na folha, o autor observou que para ambas as cultivares, o aumento da concentração de sais no solo proporcionou uma diminuição e que a CNPA Acala 1, foi mais eficiente que a CNPA Precoce 1 em extrair água do solo mesmo em condições

salinas. Ele verificou também que o componente osmótico exerceu maior influência sobre o teor relativo de água na folha, principalmente em condições de déficit hídrico.

De acordo com Ashraf & Ahmad (2000), a performance da produção do algodoeiro sob condições salinas é geneticamente controlada e as variedades podem ser selecionadas para estas condições.

Com relação ao efeito dos sais solúveis sobre o algodoeiro, Mass & Hoffman (1977) observaram que essa cultura é capaz de expressar todo seu potencial produtivo, com um valor de salinidade limiar de  $7,7 \text{ dSm}^{-1}$  no extrato de saturação do solo.

Quanto ao efeito do sódio trocável sobre o algodoeiro, Pearson (1960) apresenta uma classificação de tolerância das plantas a vários níveis de percentagem de sódio trocável (PST), sendo o algodoeiro considerado tolerante, sobrevivendo a PST de 40 a 60%, enquanto que plantas consideradas sensíveis (por exemplo, o feijoeiro), não suportam uma PST maior que 20%.

Os efeitos dos sais na germinação decorrem de uma série de fatores agindo sobre as sementes de forma associada. Santos (1981) verificou que a queda na temperatura e o aumento da concentração salina afetaram a germinação do algodoeiro. A baixa temperatura diminui a absorção de água pelas sementes, afetando deste modo, a velocidade da germinação uma vez que a divisão e o alongamento celular é diminuído em decorrência da baixa intensidade do processo respiratório, segundo Poljakoff-Mayber et al. (1993). Nawar et al. (1998) afirmam que além de efeito negativo da concentração dos sais sobre a germinação das sementes, o incremento na concentração de sais retarda a germinação das sementes do algodoeiro.

Santos (1981) constatou que a germinação e vigor do algodoeiro foram menos afetados quando se utilizou o substrato contendo sais mistos de  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ , comparados com o substrato de  $\text{NaCl}$ . Strognov (1964) também observou que o íon cloreto ocasionava maiores prejuízos durante a germinação da semente, quando comparado com o íon sulfato e que na presença do íon cloreto, as plantas ficam anãs, com reduzido desenvolvimento do sistema radicular, pequeno número de nós e curtas distâncias entre os internós.

Com relação ao efeito do sódio trocável na germinação do algodoeiro, Vasconcelos (1990) estudando o efeito da PST na germinação de sementes de algodoeiro, observou que o efeito só foi evidente a partir do valor de 41,4%, embora não tenha havido diferença entre as cultivares estudadas. Ele observou ainda, que o sódio trocável, além de

diminuir, também retarda a germinação das sementes. Segundo o autor, a diferença nas percentagens, bem como no atraso da germinação, decorreram em função do excesso de umidade presente na camada superficial do solo causada pela pequena infiltração de água e pela presença de crosta na superfície do mesmo, dificultando ou mesmo impedindo a emergência das plântulas.

No algodoeiro, o incremento na concentração de sais afeta o desenvolvimento do sistema radicular, seja no sentido vertical (raiz primária) como no sentido horizontal (raízes secundárias). Reinhardt & Rost (1995) comparando o desenvolvimento da raiz do algodoeiro jovem em solução salina, verificou efeito danoso de concentrações elevadas de NaCl em diversas estruturas anatômicas da raiz, assim como em sua taxa de crescimento e que o efeito é mais drástico nas raízes secundárias do que nas raízes primárias. De acordo com Silberbush & Bem-Asher (1987), o maior desequilíbrio causado pelo NaCl na absorção de nutrientes pelas raízes do algodoeiro, decorre da competição  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , com efeitos indiretos na absorção de  $\text{NO}_3^-$  e diminuição do sistema radicular.

Vários trabalhos demonstram que o aumento no conteúdo de sais no solo provoca diminuição da altura média das plantas do algodoeiro. Nunes Filho (1993), Oliveira et al. (1998), Nawar et al. (1998) e Jácome (1999) obtiveram uma resposta linear desta variável, observando-se uma redução na altura quando houve um incremento na concentração de sais. Em trabalho realizado por Silva (1981), observou-se resultados idênticos em várias fases do ciclo da cultura.

Por sua vez, Vasconcelos (1990) estudando o efeito do sódio trocável sobre o algodoeiro, verificou que o aumento no sódio trocável provocou uma redução acentuada no crescimento das plantas, principalmente nos primeiros 60 dias. A partir desta idade, a diferença de altura entre os tratamentos diminuiu consideravelmente, o que demonstra que o efeito danoso do sódio trocável parece ser mais drástico até a floração.

O crescimento das folhas das plantas depende basicamente da divisão celular e/ou do volume de suas células. Estes dois fenômenos, por sua vez, são dependentes do metabolismo e especialmente do balanço hídrico das células do tecido vascular (NUNES FILHO, 1993). Meloni et al. (2001) observaram que a redução no brotamento e crescimento das folhas com o aumento da concentração do NaCl na solução nutritiva, provavelmente, estar associado às propriedades do alongamento celular. Oliveira et al., (1998) verificando o efeito de várias concentrações de sais, em diferentes substratos, sobre

cultivares de algodoeiro, verificaram que a área foliar foi afetada pela elevação do teor de sais de forma linear. Resultados semelhantes foram obtidos por Jácome (1999), em solo salino sódico.

A redução na área foliar provoca diminuição no número de estômatos e, conseqüentemente restringe o processo de transferência de vapor de água da planta para a atmosfera (transpiração). De acordo com Khalil et al. (1967) a salinidade diminui o processo fotossintético mais precisamente pela redução na área foliar disponível para a fotossíntese.

A produtividade do algodoeiro é definida pelo número e peso dos capulhos por unidade de área. De acordo com Pasternak et al. (1979) o tamanho da planta do algodão define o número de capulhos que a mesma pode suportar.

Jácome (1999) avaliando o efeito do nível de salinidade do solo sobre o número de capulhos produzidos por cultivares de algodoeiro (CNPA Precoce 1, CNPA Precoce 2, CNPA 7H, CNPA Al.93/15, Embrapa 113-Al.7MH e Embrapa 112-Al.6M), verificou que o aumento no teor de sais solúveis no solo provocou redução no número de capulhos em todas as cultivares e, analisando o peso dos capulhos observou que o efeito da salinidade foi comprovado em graus diferentes entre genótipos estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (1981), quando analisou o peso médio dos capulhos. Para Ashraf & Ahmad (2000) o incremento nos teores de sais influencia negativamente o número de capulhos por planta assim como o peso médio do capulho.

Por sua vez, Vasconcelos (1990) estudando o efeito do sódio trocável sobre o número de capulhos/planta do algodoeiro, verificou que o efeito do sódio trocável foi significativo tanto para cultivar como para a PST. Quando este autor avaliou o peso médio dos capulhos, verificou que os efeitos foram pouco acentuados para valores de PST inferiores a 41,4 %.

Com relação à produtividade do algodoeiro, muitos trabalhos confirmam que o incremento na concentração de sais solúveis no solo provoca queda no rendimento da cultura (Nunes Filho, 1993; Oliveira et al., 1998; Ashraf & Ahmad, 2000; Nawar et al., 1998). No trabalho realizado por Jácome (1999) foi mantida esta tendência, pois verificando os resultados obtidos, observa-se que houve uma queda mais acentuada no rendimento a partir de CEes de  $8 \text{ dSm}^{-1}$ , ou seja, praticamente a partir da salinidade limiar ( $7,7 \text{ dSm}^{-1}$ ) estabelecida por Mass & Hoffman (1977) para o algodoeiro.

Com relação ao efeito do sódio trocável sobre o rendimento do algodoeiro Vasconcelos (1990) verificou que o rendimento do algodoeiro decresce com o incremento na PST e, embora o algodoeiro seja considerado tolerante ao sódio, a partir do valor de PST de 27,8 % a queda no rendimento apresentado foi de modo acentuado.

De acordo com Bernstein (1960), o efeito da salinidade sobre a qualidade da fibra do algodoeiro é muito pequeno. Jácome (1999) constatou que o efeito dos sais sobre a percentagem de fibra afetou apenas a cultivar Embrapa I12-A1.6M. Choudhary et al. (2001) observaram que o aumento do sódio trocável não afetou a resistência da fibra, entretanto, afetou o seu comprimento.

## 2.7. Análise de Crescimento

A análise quantitativa do crescimento vegetal constitui-se num método para estimar a produção fotossintética líquida de plantas. Sendo o primeiro passo para a análise da produção primária dos fotossistemas, baseando-se fundamentalmente no fato de que cerca de 90 % em média, da fitomassa acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética e a outra parte, dos nutrientes minerais do solo (BENINCASA, 1988; BELTRÃO et al., 2001).

Os métodos para obtenção de dados para fins de análise quantitativa de crescimento de plantas, sob condições normais de cultivo, são em geral simples, consistindo principalmente em medições periódicas de fitomassa, altura de planta e área foliar (BENINCASA, 1988). Com os elementos básicos pode-se estimar índices fisiológicos, tais como, Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), Taxa de Crescimento Relativo (TCR) e a Razão de Área Foliar (RAF).

A chamada análise clássica fundamenta-se em que o crescimento é considerado a medida seqüencial da acumulação de matéria orgânica e sua determinação é feita normalmente considerando a fitomassa da planta ou grupo de plantas (MAGALHÃES, 1979), sua grande dificuldade de realização é em cada fase da análise, as plantas são eliminadas, pois os valores primários são fitomassa e área foliar, além disso, para obtenção da fitomassa é necessário que se disponha de material adequado (BELTRÃO et al., 2001).

Outra forma de se obter análise de crescimento das plantas é a chamada “análise não destrutiva”, fundamentada na possibilidade dos vegetais serem mensurados durante

todo o ciclo biológico. Neste caso, os valores primários são altura das plantas, diâmetro caulinar, área foliar e o volume e área externa dos frutos (BELTRÃO et al., 2001).

### 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Localização do Experimento

O trabalho foi realizado durante o período de abril a setembro de 2003, em condições de casa-de-vegetação, sem controle de umidade relativa do ar e temperatura, da Embrapa - Algodão em Campina Grande, PB, cujas coordenadas geográficas são latitude 7°15'18" sul e longitude 35°52'28" leste e altitude 500m.

#### 3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos

Os tratamentos resultaram da combinação fatorial entre 6 níveis de salinidade da água de irrigação (Condutividade elétrica (CEa) - 2,0; 3,5; 5,0; 6,5; 8,0; e 9,5  $\text{dSm}^{-1}$ , sendo denominadas  $N_1, N_2 \dots N_6$ ) e 2 proporções equivalentes relativas de Na:Ca, denominadas de  $T_1 = 9,5:0,5$  e  $T_2 = 6,0:4,0$ . Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizados, com 3 repetições, perfazendo um total de 36 unidades experimentais. As proporções usadas baseiam-se em resultados obtidos por Leprun (1983) e Medeiros (1992), sendo uma aproximação bastante representativa da maioria das fontes de água utilizadas nas áreas onde se cultivam o algodoeiro em condições de irrigação, nos Estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte.

( As águas de irrigação utilizadas no experimento foram provenientes da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, Campina Grande, PB (CAGEPA), as quais são oriundas do açude público Epitácio Pessoa (Açude de Boqueirão) (Tabela 1), sendo a mesma diluída com água destilada e, ou, acrescida dos sais NaCl e  $\text{CaCl}_2$ , conforme os tratamentos.

Tabela 1. Análise química da água do sistema de abastecimento de Campina Grande – PB (CAGEPA). LIS/UFCG. Campina Grande, PB. 2003.

Características	Unidade	Valor
pH	-	7,75
CEa	dS m <sup>-1</sup> (25 °C)	1,14
Na <sup>+</sup>	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	6,67
K <sup>+</sup>	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	0,20
Ca <sup>2+</sup>	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	2,38
Mg <sup>2+</sup>	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	3,28
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	0,00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	2,23
Cl <sup>-</sup>	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	8,71
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	0,00
RAS	(mmol.L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	3,98

### 3.3. Genótipo de algodoeiro estudado

Utilizou-se a linhagem de algodoeiro herbáceo CNPA 2002/26, destacando-se por produzir fibras de coloração marrom escura uniforme, de caráter dominante (FREIRE, 2000) e o gene "cluster" de natureza recessiva (PERCY & KOHEL, 1999), que confere a presença de ramos frutíferos (simpodiais) curtos (Figura 1).



Foto: Eliezer da Cunha Siqueira.

Figura 1. Aspecto geral do genótipo CNPA2002/26, cluster marrom escuro. Campina Grande, PB. 2003.

### 3.4. Material do Solo Utilizado no Experimento

O solo utilizado foi um Neossolo regolítico (EMBRAPA, 1999) procedente da cidade de Lagoa Seca, PB, coletado a uma profundidade de 0-30 cm. Tendo sido retirada uma amostra e encaminhada ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG para as análises de caracterização físico-hídricas e químicas do solo. Os resultados das características analisadas estão apresentados na Tabela 2.

### 3.5. Unidade Experimental e Instalação do Ensaio

A unidade experimental foi constituída de um vaso plástico com 30 cm de diâmetro e 27 cm de altura, contendo aproximadamente para 20 L do material do solo. Cada vaso foi forrado com uma tela de forma circular, com raio de 20 cm. Sobre a tela foi distribuída, para facilitar a lixiviação, uma camada de cascalhinho (aproximadamente 1,5 cm de diâmetro) preenchendo-se o vaso em seguida com o solo. O somatório do vaso + brita + substrato, totalizou 21,17 kg. Cada vaso foi identificado conforme os tratamentos e distribuídos aleatoriamente sobre bancadas confeccionadas com ferro e madeira. Na extremidade inferior externa de cada vaso foi acoplada uma mangueira com 20 cm de comprimento e 1,2 cm de diâmetro interno, conectada a uma garrafa plástica com capacidade de 2 L, com objetivo de coletar a água drenada.

A adubação química foi feita mediante resultado da análise do solo. A adubação de fundação efetuada constou de 100 mg kg<sup>-1</sup> de P e 7,8 mg kg<sup>-1</sup> de K, em seguida o solo foi excessivamente irrigado e após drenagem foi efetuado o plantio (30.04.2003). As adubações de cobertura (nitrogenada e potássica), foram feitas em quatro etapas, utilizando-se o sulfato de amônio (9 mg kg<sup>-1</sup> de N por aplicação) e cloreto de potássio (10 mg kg<sup>-1</sup> de K por aplicação), dissolvidas em água.

Tabela 2. Características física e química do solo utilizado no experimento. LIS/UFCG. Campina Grande, PB. 2003.

<b>Características físicas</b>	<b>Valor</b>
Areia (%)	71,46
Silte (%)	10,75
Argila (%)	17,79
Classificação textural	Franco arenoso
Densidade global (g/cm <sup>3</sup> )	1,47
Densidade das partículas (g/cm <sup>3</sup> )	2,66
Porosidade (%)	44,74
Umidade a 33,43725 kPa (%)	5,90
Umidade a 1519,875 kPa (%)	2,26
Água disponível	3,64
<b>Características químicas</b>	<b>Valor</b>
	17,4
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> /kg)	6,5
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> /kg)	0,7
Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> /kg)	1,1
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> /kg)	19,8
(H + Al) (mmol <sub>c</sub> /kg)	Ausência
Carbonato de Cálcio Qualitativo	0,2
Carbono Orgânico (dag/kg)	0,34
Matéria Orgânica (dag/kg)	17,6
Fósforo disponível (mg/kg)	6,36
pH H <sub>2</sub> O <sub>(1,2,5)</sub>	0,12
CE <sub>susp. (1,2,5)</sub> (dSm <sup>-1</sup> )	
<b>Extrato de saturação</b>	<b>Valor</b>
PH da pasta saturada	5,91
CE <sub>es</sub> (dSm <sup>-1</sup> )	0,30
Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,0
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,10
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Ausência
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,62
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,75
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,36
Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,21
Porcentagem de Saturação (%)	22,66
RAS (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>-0,5</sup>	1,63
PST	1,13
Salinidade	Não salino
Classe do Solo	Normal

### 3.6. Manejo das Irrigações

Nos primeiros 30 dias após semeadura (DAS) as irrigações foram realizadas a cada cinco dias considerando-se a água evapotranspirada de cada vaso no período, sendo o volume a aplicar por irrigação determinado pelo produto entre a evapotranspiração do tanque classe “A” e o coeficiente cultural (Equação 1).

$$VI = ETo \times A \times Nd \times Kc \times 1000 \dots\dots\dots(eq.1).$$

Onde:

VI = Volume aplicado por irrigação (mL).

ETo = Evapotranspiração de referência estimada em base de Tanque Classe “A” (mm).

A = área do vaso (m<sup>2</sup>).

Nd = número de dias do período.

Kc = coeficiente da cultura do algodão para fase inicial de crescimento (Kc = 0,5).

Após este período, considerando-se o aumento na demanda hídrica da cultura, a frequência de irrigação passou a ser de três dias aplicando-se um volume de água calculado com base na evapotranspiração ocorrida no período, determinada pela diferença entre o volume de água aplicado e o volume drenado na irrigação anterior, de maneira a restabelecer a umidade (Equação 2).

$$VI = (VA - VD) \dots\dots\dots (Eq. 2).$$

Onde:

VI – Volume de água a ser aplicada na irrigação (mL).

VA – Volume de água aplicado na irrigação anterior (mL).

VD – Volume de água drenado no dia anterior (mL).

A intervalos de 15 dias foram feitas lixiviações objetivando-se o monitoramento dos níveis de salinidade na zona radicular e assim evitar acúmulo de sais no perfil do solo. O processo de lixiviação, consistiu em saturar o solo até se iniciar a lixiviação e em seguida calculava-se o volume a ser drenado, somando os volumes irrigados entre duas lixiviações com o atual menos os volumes drenados e dividindo-se por 0,9 para se obter a fração de lixiviação (FL) desejada de  $\pm 0,1$  (Equação 3).

$$VI = \frac{(VA - VD)}{(1 - FL)} \dots\dots\dots (Eq.3)$$

Onde:

VI = Volume de água a ser aplicada na irrigação (mL).

VA = Volume de água aplicado na irrigação anterior (mL).

VD = Volume de água drenado na irrigação anterior (mL).

FL = Fração de lixiviação (0,1).

As irrigações foram suspensas em 24.08.2003, quando 50 % dos capulhos estavam abertos.

### **3.7. Tratos Culturais**

Foram realizados 2 desbastes, o primeiro aos 15 DAS deixando-se duas planta por vaso e o segundo aos 30 DAS, deixando-se uma planta por vaso. Durante o experimento, a cultura foi mantida livre da presença de ervas invasoras, eliminando-se manualmente as que eventualmente apareciam. Para controle fitossanitário da mosca branca (*Bemisia argentifolii* Belows & Perring, *Bemisia tabaci* – Gennadius, 1889) foram realizadas 12 pulverizações com inseticidas, recomendados para a cultura pela Embrapa-Algodão.

### **3.8. Características Avaliadas**

#### **3.8.1. Percentagem de Germinação (PG)**

Foram consideradas germinadas as plântulas que emergiam à superfície do solo, sendo avaliados o número de sementes germinadas em relação ao número de sementes semeadas, concluindo a observação ou contagem aos 15 DAS (quinze dias após a semeadura).

#### **3.8.2. Altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF)**

Essas características foram avaliadas aos 92 DAS sendo a altura da planta (AP) a distância vertical, em centímetro, entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal

da haste principal; na contagem do número total de folhas (NF) contidas na planta, considerou-se apenas as que apresentavam comprimento mínimo de 4,0 cm; o diâmetro do caule (DC) foi determinado utilizando-se um paquímetro, fazendo as leituras em milímetro, na região do colo da planta, aproximadamente a 1,0 cm da superfície do solo e a área foliar (AF) por planta foi estimada via medidas lineares nas folhas, utilizando a seguinte equação (WENDT, 1967):

$$\text{Log } y = 0,006 + 1,863 \log x \quad \dots\dots\dots (\text{eq. 5})$$

onde: x = maior comprimento da lâmina foliar (cm), e  
y = área foliar (cm<sup>2</sup>).

### 3.8.3. Fitomassa

Para que não houvesse perda de material, devido principalmente a senescência e abscisão de folhas, diariamente eram coletadas, em cada planta as partes (flores, maçãs, capulhos e folhas) que caíam e, colocadas individualmente em sacos de papel identificados conforme o tratamento. No final do experimento, houve coleta das plantas, com separação das raízes, caules, folhas, flores, maçãs e capulhos, juntando-se com as partes que haviam caído. Após a separação, para obtenção do fitomassa, foram levadas à estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingirem peso constante, sendo pesadas em seguida. O somatório do peso seco das diversas partes da planta correspondeu à produção total de biomassa.

As raízes foram coletadas mediante o peneiramento do substrato em peneira de 2,0 mm de malha. Antes de cada pesagem, as raízes foram lavadas e secas à sombra e, logo após, levadas à estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, durante 72 horas.

A partir dos dados obtidos de fitomassa, foi possível avaliar a fitomassa das raízes (FR), fitomassa da parte aérea (FPA) e fitomassa total da planta (FTP).

### 3.8.4. Taxas de Crescimento Absoluto (TCAC) e Relativo Caulinar (TCRC)

Considerando-se o crescimento da planta como um todo, foi feita por meio de análise não destrutiva (BELTRÃO et al., 2001) obtendo-se as medidas da altura caulinar ao 30 DAS e aos 45 DAS, respectivamente.

$$TCAC = \frac{AP_2 - AP_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (eq. 6).$$

onde: TCAC = taxa de crescimento absoluto caulinar (cm dia<sup>-1</sup>)

AP<sub>1</sub> = Altura da planta no tempo t<sub>1</sub> (cm);

AP<sub>2</sub> = Altura da planta no tempo t<sub>2</sub> (cm).

$$TCRC = \frac{\log AP_2 - \log AP_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (eq.7)$$

sendo: TCRC = taxa de crescimento relativo no tempo t (cm.cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

### 3.8.5. Razão de Área Foliar (RAF)

A partir dos dados de área foliar e fitomassa determinou-se a RAF, por meio da relação a seguir, contida em Ferri (1985):

$$RAF = \frac{AF}{FPA} \dots\dots\dots (eq. 8).$$

em que: RAF = razão de área foliar no tempo t (cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>);

AF = área foliar no tempo t (cm<sup>2</sup>).

FPA = fitomassa da parte aérea no tempo t<sub>1</sub> (g).

### 3.8.6. Componentes de produção

As variáveis de produção estão representadas por número e peso de capulhos e produção de algodão em caroço. A colheita foi realizada em três etapas, a 1ª (30/08/2003), quando as plantas apresentavam 60 % do número de capulhos abertos; a segunda oito dias após a 1ª (07/09/2003) e a terceira dez dias após a 2ª (17/09/2003). Os capulhos foram colhidos separadamente em cada planta.

### 3.8.7. Estudo do Solo no final do experimento

Ao final do experimento, foi coletada, uma amostra de solo em cada vaso e analisada a condutividade elétrica do extrato de saturação a 25 °C e da suspensão solo-água (1:2,5), bem como seus respectivos potenciais de hidrogênio (pH), conforme metodologia proposta por Richards (1954) e EMBRAPA (1997).

### 3.8.8. Volume de Água Consumida pela Cultura (C)

Ao final do experimento foi avaliado o volume de água aplicada por vaso ao longo do ciclo. Para tanto se utilizou a seguinte equação:

$$C = (\sum VA - \sum VD) / \text{Número de dias do ciclo da cultura} \dots\dots\dots (\text{eq.4})$$

Sendo:  $\sum VA$  = Somatório do volume aplicado durante o ciclo da cultura (L)

$\sum VD$  = Somatório do volume drenado durante o ciclo da cultura (L)

### 3.9. Análise Estatística

O efeito dos diferentes níveis de salinidade de água de irrigação e tipos de água sobre o crescimento e produção do algodoeiro foi analisado em esquema fatorial, mediante aplicação de análise de variância e teste “F” (GOMES, 1978; FERREIRA, 1996). Para o fator “níveis de salinidade da água de irrigação”, por ser um fator quantitativo, realizou-se análise de regressão polinomial (modelo platô). Para o fator “tipo de água”, por ser

qualitativo, aplicou-se o teste de Tukey (nível de 5% de probabilidade), para comparação das médias baseado em Santos et al. (1998).

Em função da ausência de normalidade dos dados da variável Percentagem de Germinação (PG), optou-se por transformá-los, sendo  $\sqrt{x}$ , a transformação que melhor se ajustou e validou a análise de variância dos dados de acordo com Ferreira (1996).

## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Percentagem de Germinação (PG)

Tomando-se como base a análise de variância, verifica-se que não houve efeito significativo do tipo de água e da interação tipo de água x nível de salinidade na percentagem de germinação do algodoeiro (Tabela 5). Por outro lado o fator nível salino (N) produziu efeito significativo ao nível de 0,01. A redução no potencial osmótico da solução do solo, provocada pelo aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou efeito negativo no processo de germinação das sementes do algodoeiro (Figura 3). Observa-se que somente a partir de CEa  $3,96 \text{ dSm}^{-1}$  houve decréscimo relativo da germinação, comparado aos valores mais baixo ( $N_1$  e  $N_2$ ), como pode ser constatado mediante observação da Figura 3, onde os valores de percentagem de germinação após 15 DAS para 2 e  $3,5 \text{ dSm}^{-1}$  foram iguais. A germinação diminuiu em termos relativos de 10,46 para cada aumento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação. Desta forma, conclui-se que até o nível de  $3,96 \text{ dSm}^{-1}$ , conforme o estudo de regressão, a redução de potencial osmótico da solução do solo, causado pela salinidade, não prejudicou a absorção de água pelas sementes do algodoeiro. Nos níveis mais altos de salinidade, podem ter ocorrido problemas de toxicidade, direta ou indireta, provavelmente por sódio, como reportado na literatura, pois, Grid-Papp (1969) verificou que os sais de cálcio estimulam a germinação de sementes de algodão, enquanto que sais de sódio e potássio inibem a germinação e o crescimento da radícula. Para Santos (1981) a salinidade afeta a germinação do algodoeiro de duas maneiras: a) efeito osmótico, onde o sal causa um aumento na concentração iônica do substrato e conseqüentemente a pressão osmótica, o que resulta numa menor absorção de água pelas sementes e b) efeito tóxico, onde a

presença de um ou mais íon específico em excesso na solução torna-se prejudicial à germinação das sementes. Outros pesquisadores constataram que o aumento da concentração e o tipo de sais solúveis afetaram negativamente a germinação e vigor das sementes de várias culturas e que, o sódio e o cloreto são os íons mais tóxicos na fase de germinação. (STROGONOV, 1964; DINIZ, 1979; SILVA, 1981; OLIVEIRA et al., 1998; NAWAR, 1998;).

Tabela 3. Resumo da análise de variância e médias para a percentagem de germinação do algodoeiro aos 15 dias após a semeadura em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e em diferentes tipos de água. Campina Grande, PB. 2003.

Causa de variância	Valores de quadrado médio
Nível Salino (N)	2034,716**
Reg. Pol. Linear	26,715**
Reg. Pol. Quadr.	1,929 <sup>ns</sup>
Desvio da Reg.	0,126 <sup>ns</sup>
Tipo (T)	30,250 <sup>ns</sup>
Interação (N x T)	399,916 <sup>ns</sup>
Resíduo	404,388
CV (%)	29,690
	<b>Valores médios<sup>1</sup> (%)</b>
Nível Salino (N)	
N <sub>1</sub> (2,0 dS m <sup>-1</sup> )	9,72
N <sub>2</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	9,72
N <sub>3</sub> (5,0 dS m <sup>-1</sup> )	9,43
N <sub>4</sub> (6,5 dS m <sup>-1</sup> )	8,17
N <sub>5</sub> (8,0 dS m <sup>-1</sup> )	8,16
N <sub>6</sub> (9,5 dS m <sup>-1</sup> )	7,07
Tipo (T) - (Na:Ca)	
T <sub>1</sub> (9,5:0,5)	77,83 a
T <sub>2</sub> (6,0:4,0)	76,00 a

(\*\*) Significativo a 0,01 de probabilidade; (\*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (ns) não significativo; pelo teste "F".

Obs.: médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

1. Dados transformados em  $\sqrt{x}$

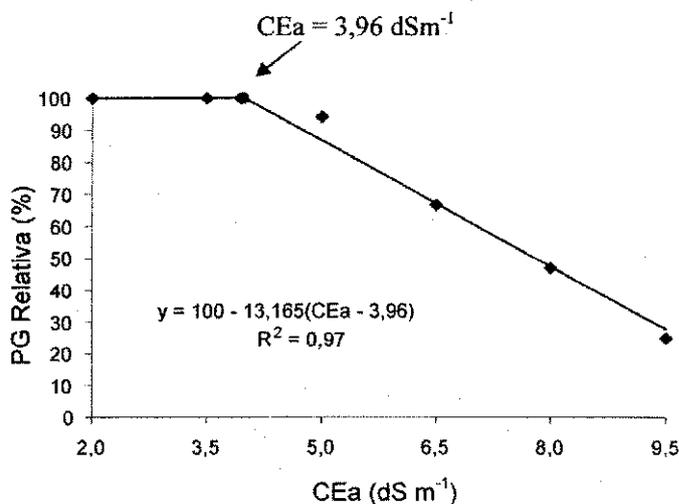


Figura 2. Percentagem de germinação relativa do algodoeiro colorido CNPA 2002/26 sob diferentes níveis de salinidade de água de irrigação. Campina Grande, PB, 2003.

#### 4.2. Crescimento Vegetativo do Algodoeiro

Observando a Figura 4, pode-se verificar que o comportamento das características de crescimento (altura de planta, número de folhas, área foliar e diâmetro do caule) avaliadas, apresentou diferenciação em função do nível de salinidade, desde o início do desenvolvimento, na medida em que se aumentou o nível de salinidade houve redução de crescimento e desenvolvimento dessas características. Observa-se na Figura 4.a que a altura de planta apresentou um crescimento até os 60 DAS e, a partir daí, houve um lento ou quase uma estabilização em todos os níveis. Para o número de folhas, observa-se na Figura 4.b que ocorreu aumento de folhas até os 75 DAS e neste estágio a planta inicia a estabilização e em seguida a redução do número de folhas, pelo amarelecimento e queda das mesmas, evidenciando o processo de senescência, situação semelhante ocorrida e observada na redução da área foliar (Figura 4. c). Quanto à característica diâmetro do caule, observa-se pela figura 4.d que houve um aumento até os 60 DAS, como aconteceu com a altura de planta e partir daí, ocorreu uma estabilização no desenvolvimento.

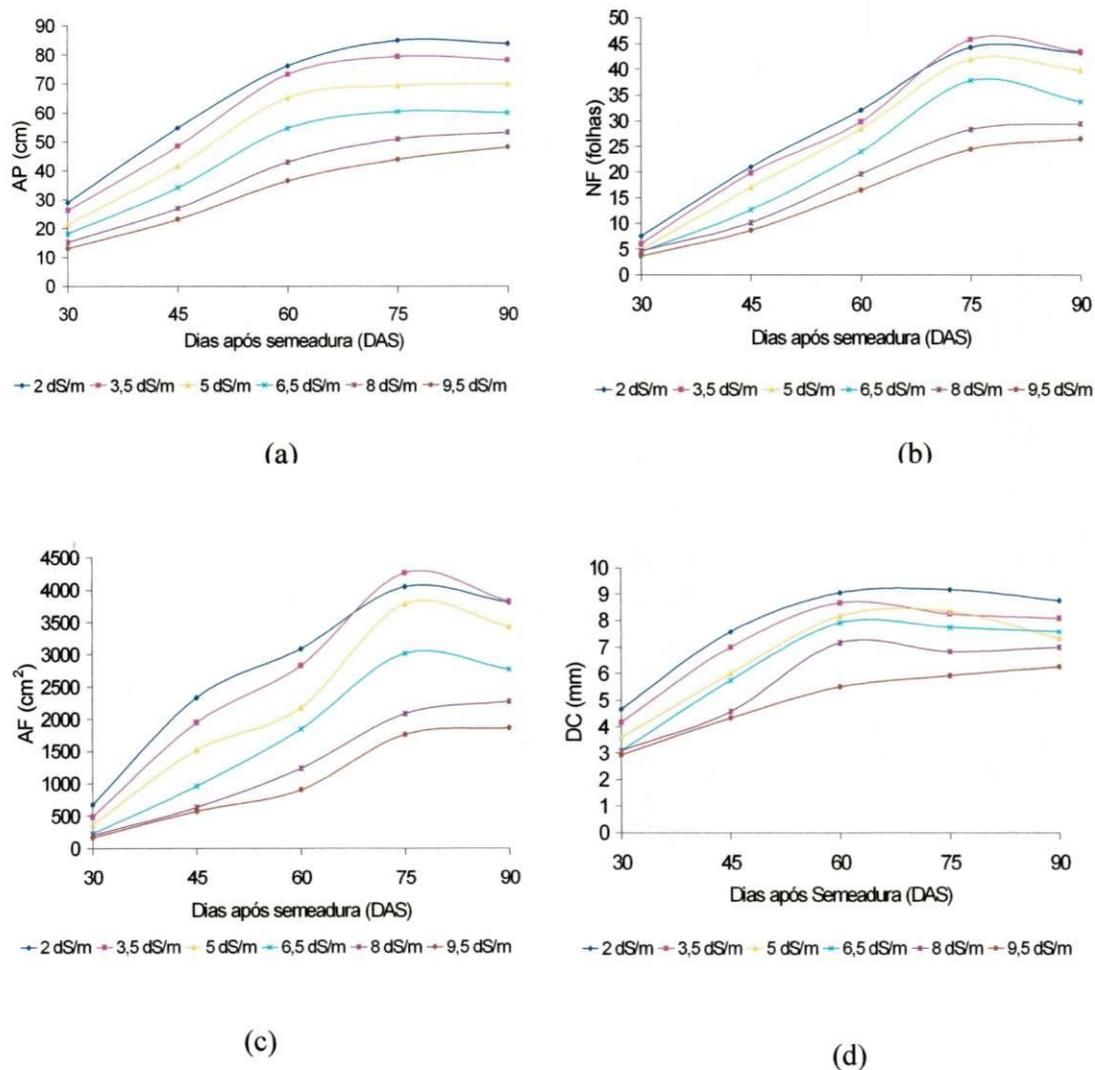


Figura 3. Altura de plantas -AP (a), número de folhas - NF (b), área foliar - AF (c) e diâmetro do caule - DC (d) do algodoeiro colorido CNPA 2002/26 em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande – PB. 2003.

As análises de variâncias e os dados médios observados para as variáveis de desenvolvimento vegetativo do algodoeiro, em termos de altura de plantas (AP), número

de folhas (NF), área foliar (AF) e diâmetro do caule (DC), obtidos aos 90 dias após a semeadura (DAS), estão resumidos na Tabela 6.

Tabela 4. Resumo de análise de variância e médias para altura de plantas, número de folhas, área foliar e diâmetro do caule relativos do algodoeiro colorido CNPA 2002/26. Campina Grande –PB. 2003

Causa de variância	Valores de quadrado médio			
	AP	NF	AF	DC
Nível salino (N)	1264,92395 **	311,37811 **	4028586,75 **	0,06244 **
Reg. Pol. Linear	3024,804 **	739,219 **	9242810,00 **	0,138 **
Reg. Pol. Quadr.	18,892 <sup>ns</sup>	13,349 <sup>ns</sup>	254335,37 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Desvio da Reg.	8,466 <sup>ns</sup>	0,478 <sup>ns</sup>	9197,85 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>
Tipo (T)		18,779 <sup>ns</sup>	244295,10 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Interação (N x T)	15,301 <sup>ns</sup>	20,177 <sup>ns</sup>	124098,71 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>
	Médias			
	cm	n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup>	cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup>	mm
Nível salino (N)				
N <sub>1</sub> (2,0 dS m <sup>-1</sup> )	85,93	43,17	3801,54	0,96
N <sub>2</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	80,47	43,50	3813,25	0,83
N <sub>3</sub> (5,0 dS m <sup>-1</sup> )	70,98	39,83	3424,96	0,85
N <sub>4</sub> (6,5 dS m <sup>-1</sup> )	63,33	33,83	2767,13	0,82
N <sub>5</sub> (8,0 dS m <sup>-1</sup> )	54,33	29,50	2275,00	0,74
N <sub>6</sub> (9,5 dS m <sup>-1</sup> )	48,97	26,50	1862,73	0,66
Tipo (T) - (Na:Ca)				
T <sub>1</sub> (9,5:0,5)	67,33 a	35,33 a	2908,40 a	0,83 a
T <sub>2</sub> (6,0:4,0)	67,33 a	36,77 a	3073,14 a	0,79 a

(\*\*) Significativo a 0,01 de probabilidade; (\*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (ns) não significativo; pelo teste "F".

Obs.: médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

#### 4.2.1. Altura de plantas

A altura média das plantas foi afetada significativamente a 0,01 de probabilidade pelos "níveis de salinidade" (N) da água de irrigação (Tabela 6). Entretanto não se verificou efeito significativo do tipo de água (T) e nem na interação (NxT).

De acordo com a Figura 5, a altura das plantas decresceu linearmente à medida que aumentou a concentração salina da água, com uma redução relativa de 5,92 % para cada incremento unitário do nível de salinidade da água de irrigação. Este fato pode estar relacionado ao efeito osmótico nas plantas em função do aumento salino da água de

irrigação, elevando a pressão osmótica do meio e conseqüentemente, provocando a diminuição da disponibilidade de água as plantas, afetando a divisão celular e o volume de suas células, por sua vez, o crescimento das plantas está diretamente relacionado a estes processos (NUNES FILHO, 1993).

Ressaltando-se que o comportamento em altura apresentado pelas plantas é um fator genético de cada cultivar (Araújo Filho, 1991). Em vários trabalhos, têm-se verificado que o aumento no conteúdo de sais no solo provoca diminuição da altura das plantas do algodoeiro (SANTOS, 1981; OLIVEIRA et al., 1998; NUNES FILHO, 1993; JÁCOME, 1999 e NAWAR et al., 1998) obtiveram respostas lineares desta variável, observando-se redução na altura do algodoeiro de fibra branca quando houve um incremento na concentração de sais.

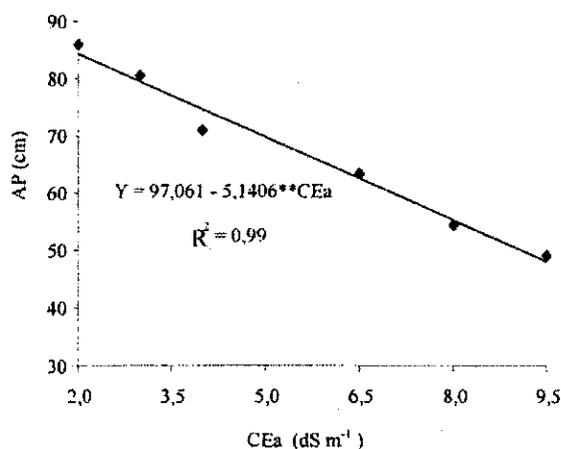


Figura 4. Altura da planta do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação Campina Grande – PB. 2003.

#### 4.2.2. Número de folhas (NF)

De acordo com os dados da Tabela 6, verifica-se que o número de folhas (NF) do algodoeiro colorido linhagem CNPA 2202/26, foi afetado significativamente apenas para o fator “nível salino” (N) e a 0,01 de probabilidade. O fator “tipo de água” (T) de irrigação e a interação “nível x tipo de água” (NxT) não influenciaram significativamente esta variável.

A intensidade dos efeitos da salinidade no número de folhas e o valor limite de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) a partir do qual ocorreu decréscimo conforme análise de regressão, foi de  $3,50 \text{ dSm}^{-1}$  (Figura 6). Verificando-se que houve um decréscimo relativo de 6,17 % no número de folhas, para cada aumento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação, conforme Figura 6. Ao mesmo tempo em que as plantas tiveram redução no número de folhas, também se verificou algumas modificações no limbo foliar, como coloração verde azulada, espessamento e aspereza ao tato.

Nunes Filho (1993); Oliveira et al. (1998) e Jácome (1999), também verificaram a redução na emissão de folhas de algodoeiro de fibra branca em função do aumento da salinidade do solo e da água de irrigação.

De acordo com Maas & Nieman (1978), Shannon (1979) e Fageria (1989), as plantas quando submetidas aos estresses salino e hídrico desenvolvem adaptações morfológicas e anatômicas, como alternativas para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração; reduções do tamanho e diminuição do número de folhas são exemplos de possíveis adaptações das plantas.

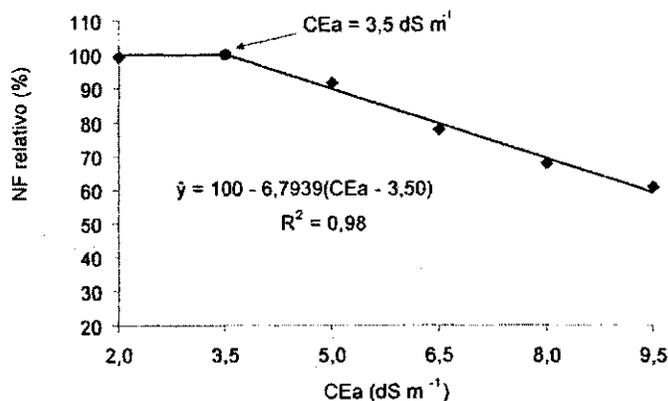


Figura 5. Número de folhas do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

### 4.2.3. Área Foliar (AF)

Para a variável área foliar, foram constatados efeitos significativos ao nível de 0,01 de probabilidade, apenas para o fator “níveis de salinidade (N)”, sem significância para os fatores “tipo de água (T)” e “interação (NxT)” (Tabela 6). Com base no modelo de regressão, constata-se que até o nível de  $3,58 \text{ dSm}^{-1}$ , a área foliar do algodoeiro não foi influenciada negativamente pela salinidade da água de irrigação, entretanto a partir desse valor, verificou-se decréscimo relativo de 7,75 % da mesma, para cada aumento unitário no nível de salinidade da água de irrigação (Figura 6). Estes resultados concordam com os relatados por Oliveira et al. (1998) e Jácome (1999), que em ensaios com cultivares de algodoeiro fibra branca, observaram ser a área foliar afetada negativamente pela elevação do conteúdo de sais.

A redução da área foliar em função do aumento do nível salino da água de irrigação, é provavelmente, um processo fisiológico de defesa das plantas, uma forma de se proteger contra a perda de umidade, reduzindo sua superfície transpirante.

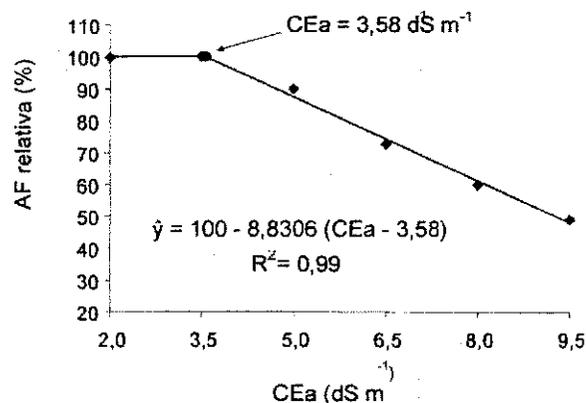


Figura 6. Área foliar do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

### 4.2.4. Diâmetro do caule (DC)

Analisando-se o crescimento das plantas por meio do diâmetro do caule (Tabela 6) constatou-se efeito significativo do fator nível de salinidade da água de irrigação. Entretanto, esta variável, não foi influenciada significativamente pelo tipo de água e pela interação entre esses fatores.

Independentemente do tipo de água, os níveis de salinidade da água, conforme análise de regressão (Figura 7), influenciaram o diâmetro do caule do algodoeiro, tendo este um declínio linear da ordem de 3,65 % com o incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. A redução no diâmetro, provavelmente foi provocada em função da diminuição na disponibilidade de água para a planta devido à elevação no teor de sais na solução do solo.

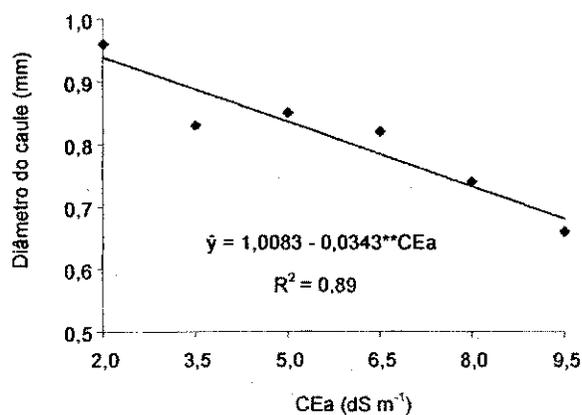


Figura 7. Diâmetro do caule do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

#### 4.3. Fitomassa

Os dados de fitomassa foram obtidos após serem coletadas todas as plantas, aos 142 DAS, após completar seu ciclo. Como pode ser observado nos dados apresentados na Tabela 7, apenas o fator “nível salino (N)”, afetou significativamente ao nível de 0,01 de probabilidade o crescimento das plantas em termos de fitomassa da parte aérea (FPA), fitomassa das raízes (FTR) e fitomassa total da planta (FTP); não se verificou significância quanto ao fator tipo de água e para a interação entre esses fatores. Os modelos matemáticos para as variáveis envolvendo fitomassa estão apresentados nas Figuras 8, 9 e 10, respectivamente.

Tabela 5. Resumo da análise de variância e médias para fitomassa total da parte aérea (FPA), fitomassa total das raízes (FTR) e fitomassa total da planta (FTP) e relativos aos dados obtidos aos ao final do ciclo algodoeiro. Campina Grande, PB. 2003.

Causa de variância	Valores de quadrado médio (Teste F)		
	FPA	FTR	FTP
<b>Nível salino (N)</b>	<b>2732,398**</b>	<b>0,047 **</b>	<b>2369,520 **</b>
Reg. Pol. Linear	6650,607**	13,00**	7252,511**
Reg. Pol. Quadr.	79,937*	4,964*	124,743*
Desvio da Reg.	16,539 <sup>ns</sup>	0,566 <sup>ns</sup>	18,413 <sup>ns</sup>
<b>Tipo (T)</b>	50,515 <sup>ns</sup>	1,614 <sup>ns</sup>	578,312 <sup>ns</sup>
<b>Interação (N x T)</b>	18,684 <sup>ns</sup>	0,983 <sup>ns</sup>	274,395 <sup>ns</sup>
	Médias		
	g/planta	g/planta	g/planta
<b>Nível salino (N)</b>			
N <sub>1</sub> (2,0 dS m <sup>-1</sup> )	95,09	4,99	100,08
N <sub>2</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	94,24	5,64	84,22
N <sub>3</sub> (5,0 dS m <sup>-1</sup> )	79,49	5,32	84,82
N <sub>4</sub> (6,5 dS m <sup>-1</sup> )	67,09	4,74	71,84
N <sub>5</sub> (8,0 dS m <sup>-1</sup> )	54,72	3,95	58,67
N <sub>6</sub> (9,5 dS m <sup>-1</sup> )	42,50	2,63	45,13
<b>Tipo (T) - (Na:Ca)</b>			
T <sub>1</sub> (9,5:0,5)	71,00 a	4,33 a	70,12 a
T <sub>2</sub> (6,0:4,0)	73,37 a	4,76 a	78,13 a

(\*\*) Significativo a 0,01 de probabilidade; (\*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (ns) não significativo; pelo teste "F".

Obs.: médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### 4.3.1. Fitomassa Total da Parte Aérea (FPA)

Para esta variável, com base no modelo de regressão (Figura 8), verificou-se que até o nível salino de 3,29 dSm<sup>-1</sup>, não houve influência significativa da salinidade da água de irrigação, no entanto, a partir desse valor, constatou-se decréscimo relativo de 8,06 % para cada aumento unitário na condutividade elétrica da água.

Outros autores também encontraram redução de fitomassa da parte aérea do algodoeiro, produtor de fibra branca, com a elevação da salinidade (ROCHA FILHO et al., 1979; JÁCOME, 1999).

Verifica-se que a redução da fitomassa total da parte aérea foi consequência da redução ocorrida nas variáveis de crescimento, (altura, número de folhas e redução da área foliar), em função do aumento do nível salino da água de irrigação.

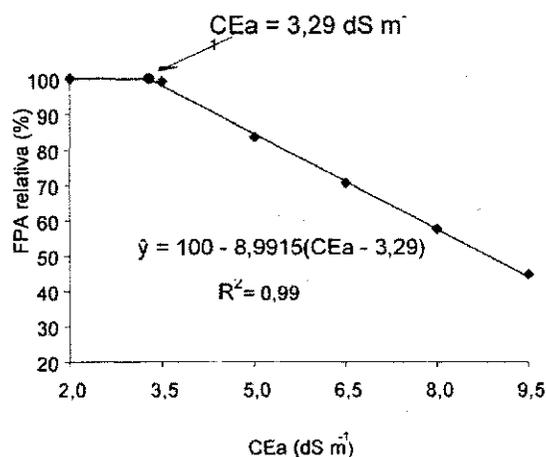


Figura 8. Fitomassa da parte aérea do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

#### 4.3.2. Fitomassa Total das Raízes

Pela análise de variância (Tabela 7), verifica-se que o fator nível salino da água de irrigação afetou significativamente a 0,01 de probabilidade a fitomassa das raízes e, tomando-se como base o modelo de regressão obtido (Figura 9), constata-se que não houve redução desta variável até a condutividade elétrica de 4,10 dSm<sup>-1</sup>, no entanto, a partir deste valor verificou-se decréscimo relativo de 7,38 % para cada incremento unitário da salinidade da água de irrigação.

JÁCOME, 1999 em ensaio com algodoeiro produtor de fibra branca, em solo salino-sódico, constatou haver redução na fitomassa das raízes das plantas em função da salinidade.

Outros autores também relatam haver redução no sistema radicular das plantas com o aumento da salinidade, e que a mesma em geral, inibe menos o crescimento das raízes do que a parte aérea, como forma de ajustamento osmótico, para assim, manter ou

melhorar a capacidade de absorção de água (HOFFMAN et al., 1971 MAAS & HOFFMAN 1977; SHANNON, 1979; FAGERIA, 1984 e 1989).

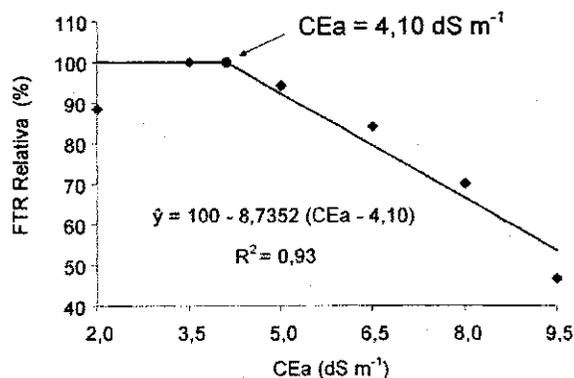


Figura 9. Fitomassa das raízes do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

#### 4.3.3. Fitomassa Total da Planta (FTP)

Quanto a fitomassa total da planta (FTP) considerando o fator nível salino, conforme dados da Tabela 7, observa-se que esta variável apresentou um comportamento decrescente e de forma linear. A partir do modelo obtido com o estudo de regressão (Figura 10), pode-se constatar que o decréscimo ocorrido foi da ordem de 7,38 % por incremento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação, quando comparado ao nível de menor salinidade (2,0 dSm<sup>-1</sup>). Outros autores também verificaram redução da fitomassa total do algodoeiro quando em função da elevação da salinidade (NUNES FILHO, 1993; JÁCOME, 1999).

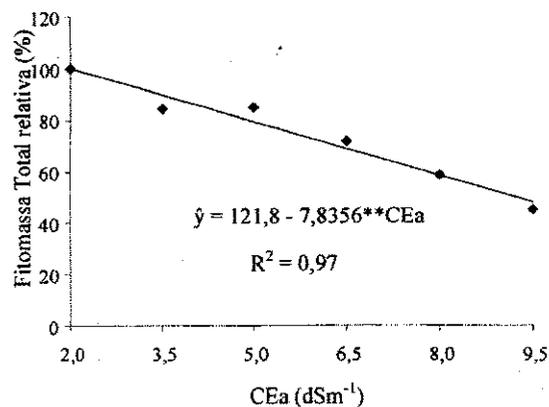


Figura 10. Fitomassa total do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

#### 4.4. Índices Fisiológicos

##### 4.4.1. Taxa de crescimento absoluto caular (TCAC)

A análise de variância e os dados médios observados para as taxas de crescimento absoluto (TCAC) e relativo (TCRC) apresentados na Tabela 8, foram calculadas para o período entre 30 DAS e 45 DAS.

Constata-se que a TCAC foi influenciada significativamente apenas pela salinidade da água de irrigação. Por meio do estudo de regressão (Figura 11), verificou-se que o decréscimo relativo da TCAC por incremento unitário na salinidade da água foi de 8,12 %, quando comparado ao menor nível de salinidade (2,0 dSm<sup>-1</sup>). Por estes resultados pode-se verificar que a velocidade média de crescimento ao longo do período de observação, foi reduzida em função do aumento da salinidade da água de irrigação. Com o aumento da concentração salina da solução do solo, acima de um limite tolerável, a velocidade média de crescimento da maioria das espécies diminui progressivamente (MASS & HOFFMAN, 1977).

Tabela 6. Resumo de análise de variância e médias para taxa de crescimento absoluto (TCAC), taxa de crescimento relativo (TCRC) e a razão de área foliar (RAF) do algodoeiro. Campina Grande, PB. 2003.

Causa de variância	Valores de quadrado médio (Teste F)		
	TCAC	TCRC	RAF
Nível salino (N)	0,211 **	0,000 <sup>ns</sup>	12,879 <sup>ns</sup>
Reg. Pol. Linear	0,509*	---	---
Reg. Pol. Quadr.	0,006 <sup>ns</sup>	---	---
Desvio da Reg.	0,001 <sup>ns</sup>	---	---
Tipo (T)	0,008 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	2,735 <sup>ns</sup>
Interação (N x T)	0,001 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	28,819 <sup>ns</sup>
	Médias		
	cm.dia <sup>-1</sup>	cm.cm <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>	cm <sup>2</sup> .dia <sup>-1</sup>
Nível salino (N)			
N <sub>1</sub> (2,0 dS m <sup>-1</sup> )	0,83	0,018	39,98
N <sub>2</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,83	0,017	40,66
N <sub>3</sub> (5,0 dS m <sup>-1</sup> )	0,69	0,019	43,04
N <sub>4</sub> (6,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,58	0,018	41,36
N <sub>5</sub> (8,0 dS m <sup>-1</sup> )	0,48	0,017	41,63
N <sub>6</sub> (9,5 dS m <sup>-1</sup> )	0,37	0,016	43,89
Tipo (T) - (Na:Ca)			
T <sub>1</sub> (9,5:0,5)	0,62 a	0,018 a	41,48 a
T <sub>2</sub> (6,0:4,0)	0,65 a	0,017 a	42,04 a

(\*\*) Significativo a 0,01 de probabilidade; (\*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (ns) não significativo; pelo teste "F"; Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

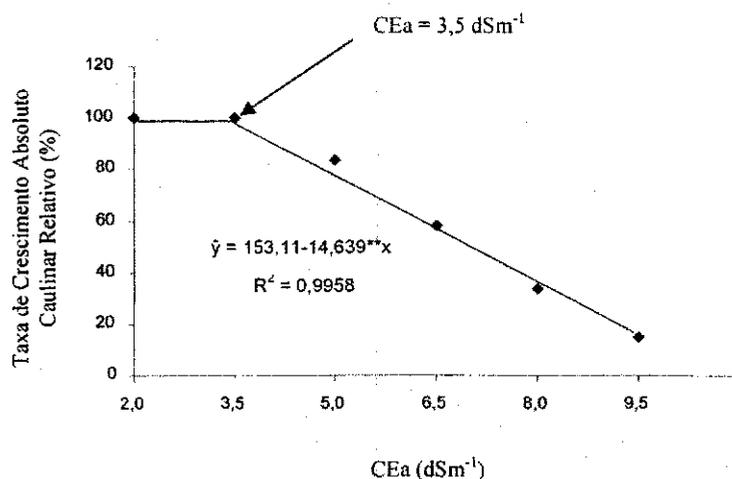


Figura 11. Taxa de crescimento absoluto caulinar (TCAC) do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26 em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

#### 4.4.2. Taxa de crescimento relativo (TCRC) e Razão de área foliar (RAF)

Pela comparação de médias e análise de regressão verifica-se que a taxa de crescimento relativo e a razão de área foliar, respectivamente, não foram influenciadas significativamente por nenhum dos dois fatores estudados e nem pela interação entre eles. Constata-se que a eficiência da planta em produzir novas células e tecidos, a partir de fotoassimilados preexistentes, no período avaliado não foi afetada, embora a taxa de crescimento absoluto caulinar (TCAC) tenha sido influenciada negativamente pelo aumento da salinidade da água de irrigação.

#### 4.5. Componentes de Produção

Como componentes de produção foram avaliados estatisticamente, por planta, apenas os números médios de capulhos e produção de algodão em caroço, conforme tabela 9, abaixo descrita.

Tabela 7. Resumo da análise de variância e médias para número de capulhos colhidos (NC) e produção média de algodão em caroço (PAC). Campina Grande, PB. 2003.

Causa de variância	Valores do quadrado médio (Teste F)	
	NC	PAC
Nível salino (N)	22,250 **	409,806 **
Reg. Pol. Linear	52,001**	463,067 **
Reg. Pol. Quadr.	0,357 <sup>ns</sup>	2,588 <sup>ns</sup>
Desvio da Reg.	1,304 <sup>ns</sup>	0,228 <sup>ns</sup>
Tipo (T)	0,027 <sup>ns</sup>	3,478 <sup>ns</sup>
Interação (N x T)	2,427 <sup>ns</sup>	14,731 <sup>ns</sup>
	Médias	
	unidade	g.planta <sup>-1</sup>
Nível salino (N)		
N <sub>1</sub> (2,0 dS m <sup>-1</sup> )	10,00	36,67
N <sub>2</sub> (3,5 dS m <sup>-1</sup> )	9,33	34,82
N <sub>3</sub> (5,0 dS m <sup>-1</sup> )	9,00	32,20
N <sub>4</sub> (6,5 dS m <sup>-1</sup> )	6,50	25,18
N <sub>5</sub> (8,0 dS m <sup>-1</sup> )	6,33	21,65
N <sub>6</sub> (9,5 dS m <sup>-1</sup> )	5,33	15,57
Tipo (T) - (Na:Ca)		
T <sub>1</sub> (9,5:0,5)	7,72 a	27,37 a
T <sub>2</sub> (6,0:4,0)	7,77 a	27,99 a

(\*\*) Significativo a 0,01 de probabilidade; (\*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (ns) não significativo; pelo teste "F". Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

#### 4.5.1. Número de Capulhos

Houve efeito significativo apenas em função dos níveis de salinidade (Tabela 9). De acordo com a equação de regressão obtida (Figura 12) pode-se constatar que o número de capulhos colhidos teve um decréscimo relativo de 6,48 % por incremento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação.

Estes resultados podem estar associados aos efeitos da salinidade da água de irrigação sobre a fisiologia da planta, promovendo distúrbios metabólicos, principalmente em relação à absorção de água e nutrientes do solo pelas plantas, bem como na redução da área foliar que implicará em menor superfície fotossintetizante e, conseqüentemente, no rendimento da cultura, resultando, provavelmente, em menor produção do número de capulhos (KRAMER, 1969; MEDEIROS, 1996; SILVA, 1996; JÁCOME, 1999).

Experimentos com o algodoeiro de fibra branca em solos salinos ou irrigados com águas salinas foram conduzidos por outros autores. Os mesmos verificaram que o incremento nos teores de sais afetou negativamente o número de capulhos por planta assim como o peso médio do capulho. (VASCONCELOS, 1990; JÁCOME, 1999; ASHRAF & AHMAD, 2000).

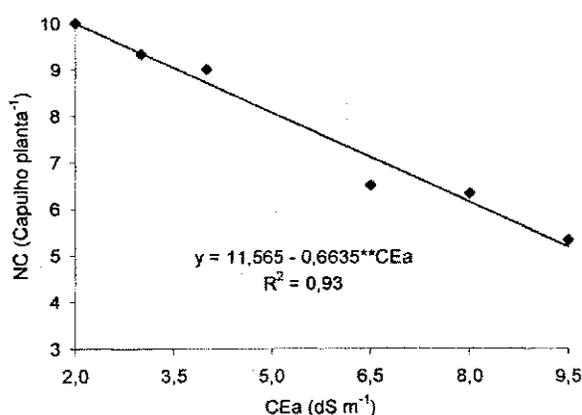


Figura12. Número de capulhos colhidos (NC) do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

#### 4.5.2. Produção de Algodão em Carço

Pelos dados da análise de variância para produção de algodão em caroço (Tabela 9), foi observado diferenças significativas ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator “nível salino (N)”, sem efeitos quanto aos fatores “Tipo de água (T)” e a “interação (N x T)”.

Por ser quantitativo o fator “nível salino (N)”, o seu efeito é mais bem estudado por meio de regressão, conforme apresentado graficamente na Figura 13. Observa-se uma função linear decrescente à medida que aumentou os níveis de salinidade, havendo redução relativa da produção do algodoeiro em caroço, quando comparado com  $N_1$ , de 5,41 % por incremento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação. Verificando os resultados obtidos neste trabalho, observa-se que houve uma queda mais acentuada no rendimento a partir de  $6,5 \text{ dSm}^{-1}$ , ou seja, um pouco acima da Salinidade Limiar da água de irrigação ( $5,1 \text{ dS.m}^{-1}$ ) estabelecida por Mass & Hoffman (1977), para o algodoeiro.

Outros autores confirmam que o incremento na concentração de sais solúveis no solo provoca queda no rendimento da cultura (NUNES FILHO, 1993; OLIVEIRA et al., 1998; JÁCOME 1999; ASHRAF & AHMAD, 2000).

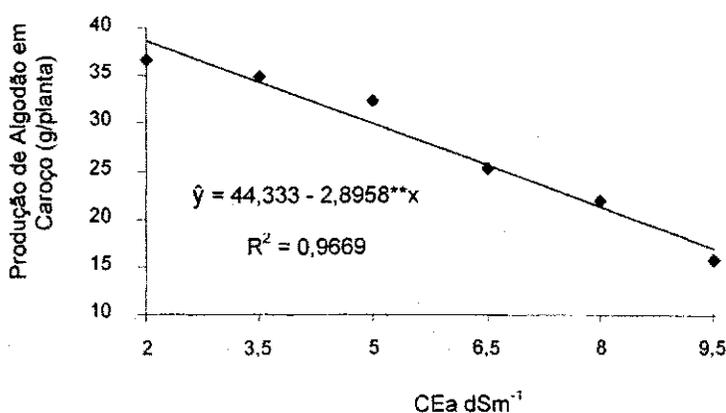


Figura 13. Produção em caroço do algodoeiro de fibra colorida marrom escuro CNPA 2002/26, em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

Analisando-se o efeito isolado dos tipos de águas, observa-se que apesar de não ter diferença significativa a água T<sub>2</sub> (proporção de Na:Ca de 6:4) se sobressaiu nas características analisadas, indicando ser mais benéfica que a água T<sub>1</sub> (proporção de Na:Ca de 9,5:0,5). O papel do Ca<sup>++</sup> na adaptação vegetal ao estresse salino é complexo e não bem definido. Efeitos positivos desse nutriente amenizando estresses salinos também foram observados por Cramer et al. (1985), Ashraf & O'Leary (1997) e Davenport et al., (1997).

#### 4.6. Características químicas do solo no final do experimento

Comparando as características químicas do solo antes e depois da implantação do experimento (Tabela 1), verificou-se que não houve influencia dos tratamentos no pH do solo (Tabela 8), observando-se apenas pequenas oscilações no pH do solo à medida que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação, variando no máximo de 6,29 e 6,38 e no mínimo de 5,94 e 5,78 para T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, respectivamente, à medida que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação, fato também observado por Santos & Muraoka (1997) e Jácome (1999).

Tabela 8. Valores de condutividade elétrica (CEes) e pH do extrato de saturação (pHes), condutividade elétrica da suspensão (CESusp) e do pH da suspensão em água (pHSusp), obtidos ao final do experimento. Campina Grande, PB. 2003.

Tratamento	CEes (dSm <sup>-1</sup> )		pHes		CESusp (dSm <sup>-1</sup> )		pHSusp <sub>(1:2,5)</sub>	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
N <sub>1</sub>	7,97	11,57	6,12	6,28	1,19	1,33	6,49	6,81
N <sub>2</sub>	6,30	16,17	6,20	5,81	0,88	2,31	6,47	6,16
N <sub>3</sub>	15,27	11,47	6,26	6,38	2,11	2,00	6,66	6,81
N <sub>4</sub>	9,67	15,87	6,06	5,78	1,31	2,33	6,39	6,17
N <sub>5</sub>	14,30	15,67	6,29	6,10	2,08	2,33	6,68	6,53
N <sub>6</sub>	16,33	16,93	5,94	5,78	2,34	2,51	6,27	6,13

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>... N<sub>6</sub> = Níveis de salinidade da água de irrigação

T<sub>1</sub> = Tipo de água com relação Na:Ca de 9,5:0,5

T<sub>2</sub> = Tipo de água com relação Na:Ca de 6,0:4,0

Houve elevação da CEes com o aumento da salinidade da água de irrigação, com valores mais elevados para a água T<sub>2</sub> (Tabela 8). Pode-se destacar que no final do experimento foram encontrados valores elevados de CEes em todos os tratamentos, sendo

que na água T<sub>1</sub> o nível mais alto (9,5 dS m<sup>-1</sup>) foi 51,19% maior que o nível mais baixo (2,0 dS m<sup>-1</sup>) e na água T<sub>2</sub> este acréscimo foi de 31,66%, denotando que o incremento em T<sub>1</sub> foi superior ao da T<sub>2</sub>, apesar de ter obtido CEes menores (Tabela 8), inclusive nos tratamentos irrigados com água de menor condutividade (2,0 dSm<sup>-1</sup>). Em relação à avaliação por meio da suspensão, verifica-se comportamento similar aos encontrado com os da pasta de saturação. Salienta-se que esta última avaliação foi feita aos 50 dias após a realização da última lixiviação, proporcionando acúmulo de sais neste período, o que justifica os altos valores de CEes encontrados. De acordo com Maas & Hoffman (1977) a máxima salinidade permissível no extrato de saturação do solo para que não ocorra redução na produção do algodoeiro é de 7,7 dSm<sup>-1</sup>, quando somente a salinidade for limitante.

#### 4.7. Consumo de água pelas plantas durante o ciclo

Constata-se que o consumo de água pelas plantas diminuiu com o aumento da salinidade da água de irrigação (Tabela 9), tendo sido verificado menor crescimento e desenvolvimento das plantas em virtude de redução nos processos de absorção e transpiração das mesmas, que variou significativamente com os tratamentos. O consumo relativo de água nos níveis de salinidade, comparando com N<sub>1</sub>, decresceu em 5,65 % por incremento unitário na CEa, isto é, aproximadamente 2,19 L planta<sup>-1</sup> por aumento unitário da salinidade da água de irrigação (Figura 14). Com referência ao tipo de água, verifica-se que não houve diferença do consumo em função das diferentes proporções entre Na e Ca, inferindo-se que é possível utilizar água que contenha qualquer uma das duas proporções destes elementos sem que venha causar efeitos negativos sobre a cultura utilizada no ensaio.

Medeiros (1996) também verificou esse mesmo comportamento com o algodoeiro de fibra branca, que o consumo de água pelas plantas diminuiu com o aumento da salinidade na água de irrigação. Conforme literatura, a concentração de sais solúveis na zona radicular reduz o fluxo de água para a planta, devido ao efeito osmótico, (RICHARDS, 1954; HOORN & ALPHEN, 1988; RHOADES & LOVEDAY, 1990; SANTOS & MURAOKA, 1997; AYERS & WESTCOT, 1999).

Tabela 9. Resumo de análise de variância e médias para consumo de água do algodoeiro durante todo o ciclo, em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação ( $CE_a$ ) e em diferentes tipos de água. Campina Grande, PB. 2003.

Causa de variância	Valores de quadrado médio
	Volume de água
<b>Nível Salino (N)</b>	<b>230,238**</b>
Reg. Pol. Linear	565,209**
Reg. Pol. Quadr.	0,164 <sup>ns</sup>
Desvio da Reg.	1,080 <sup>ns</sup>
<b>Tipo (T)</b>	<b>0,323<sup>ns</sup></b>
<b>Interação (N x T)</b>	<b>1,045<sup>ns</sup></b>
	Valores médios ( $L_{planta}^{-1}$ )
<b>Nível Salino (N)</b>	
N <sub>1</sub> (2,0 dS $m^{-1}$ )	37,81
N <sub>2</sub> (3,5 dS $m^{-1}$ )	36,84
N <sub>3</sub> (5,0 dS $m^{-1}$ )	32,15
N <sub>4</sub> (6,5 dS $m^{-1}$ )	28,52
N <sub>5</sub> (8,0 dS $m^{-1}$ )	24,97
N <sub>6</sub> (9,5 dS $m^{-1}$ )	22,69
<b>Tipo (T) - (Na:Ca)</b>	
T <sub>1</sub> (19:1)	30,40 a
T <sub>2</sub> (6,0:4,0)	30,59 a

(\*\*) Significativo a 0,01 de probabilidade; (\*) Significativo a 0,05 de probabilidade; (ns) não significativo; pelo teste "F".

Obs.: médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

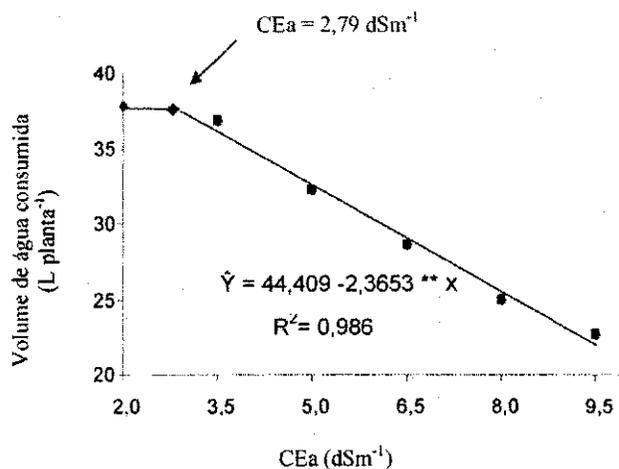


Figura 14. Volume de água consumida por planta, na cultura do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26, em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande-PB. 2003.

## 5. – CONCLUSÕES

- 1 - Não houve alterações no pH do solo, ao final do experimento;
- 2 - As irrigações com diferentes níveis salinos provocaram acúmulo de sais no solo, elevando a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) de 0,30 dS m<sup>-1</sup> para uma variação média de 9 a 16 dS m<sup>-1</sup> no final do experimento;
- 3 - Verificou-se que o aumento no teor de Ca<sup>+2</sup> na água de irrigação de 5% para 40%, não foi suficiente para inibir os efeitos do Na<sup>+2</sup>.
- 3 – Constatou-se redução do consumo de água pelas plantas indicando que as plantas desenvolveram-se sob déficit hídrico, em função do efeito salino (seca fisiológica), ocorrido pela redução do potencial osmótico da solução do solo;
- 4 - Houve redução na percentagem de germinação em função do aumento do nível de salinidade da água de irrigação, com decréscimos relativos de 10,46 % para cada aumento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação;
- 5 - O número de folhas das plantas diminuiu à medida que a salinidade da água de irrigação aumentou, redução na área foliar e fitomassa total da planta;
- 6 - Observou-se efeito significativo dos níveis de salinidade sobre a taxa de crescimento absoluto caulinar, evidenciando a relação existente entre estas

variáveis e a área foliar da planta, que também foi influenciada pela salinidade da água de irrigação;

- 7 – A média de produção obtida com água de CE de  $8,0 \text{ dS.m}^{-1}$  foi 37,81 % inferior a média obtida com CE de  $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$ .
  
- 8 – Com os resultados obtidos constatou-se que a linhagem CNPA2002/26 – Marrom Escuro, apresenta-se como tolerante à salinidade com possibilidade de produzir mesmo quando irrigada com água considerada de elevada condutividade elétrica. Pois, observou-se que houve decréscimo acentuado no rendimento da cultura somente a partir de  $6,5 \text{ dS.m}^{-1}$ .

## 6. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, M.; MAKHDUM, M. I. Effects of salinity-sodicity on different phases of cotton plant, its fibre quality and oil contents – a review. *Agric. Rev.* v. 13, n. 2, p. 107 – 118. 1992.
- ALMEIDA, O. A. de; BELTRÃO, N. E. de M.; GURRA, H. O. C. Efeito do encharcamento do solo no crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo. *In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO*, 6. 1990. Fortaleza. *Resumos*. Campina Grande: MARA/EMBRAPA-CNPA, 1990. p.187.
- ALVIN, P. R. de T. *Los factores de la productividad agrícola*. Lima, ILCA. 1962. 20p.
- ANDRADE, R. M. *Comportamento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob duas formas de aplicação e diferentes níveis de salinidade da água de irrigação*. Lavras: UFLA, 1996. 97p. (Dissertação de Mestrado).
- ASHRAF, M.; AHMAD, S. Genetic effects on yield components and fibre characteristics in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivated under salinized (NaCl) conditions. *Agronomie*. v.20, p. 917 – 926, 2000.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. *A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão do Nordeste: caracterização, variação sazonal, limitação de uso*. Recife: CNPq, 1995. 128p.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D. W. (trad.) *A qualidade da água na agricultura*. Campina Grande: UFPB, 1999, 218p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado)
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. dos. Aspectos econômicos e sociais da produção de algodão arbóreo no Nordeste do Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO*, 1, 1997. Fortaleza. *Anais*. Campina Grande:

EMBRAPA/CNPA, 1997. P. 82-84.

BELTRÃO, N. E. de M. **Importância do algodão para Campina Grande, Paraíba e o Nordeste**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA. 1996.

BELTRÃO, N. E. de M.; CRISOSTOMO, J. R.; NÓBREGA, L. B. da; SANTOS, E. O. dos; AZEVEDO, D. M. P. de; VIEIRA, D. J.; GUIMARÃES, P. M.; SILVA, M. J. da. **O algodão e tecnologias disponíveis no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil/EMBRAPA/CNPA, 1986. 168p. (Estudo Econômicos e Sociais, 32).

BELTRÃO, N. E. de M.; ALMEIDA, O. A.; PEREIRA, J. R.; FILHO, J. F. Metodologia para estimativa do crescimento do fruto e do volume absoluto e relativo da planta do algodoeiro. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.5, n.1, p. 283-289, 2001.

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

BERNSTEIN, L. Osmotic adjustment of plants to saline media. **American Journal Botanic**, v. 48, p 909 – 918, 1961.

CARNEIRO, P. T. **Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce sob condições de salinidade**. Campina Grande: UFPB, 2001. 84p. (Dissertação de Mestrado).

CHOUDHARY, O. P.; JOSAN, A. S.; BAJWA, M. S. Yield and fibre-quality of cotton cultivars as affected by the build-up of sodium in the soils with sustained sodic irrigations under semi-arid conditions. **Agricultural Water Management**. v. 49, p. 1-9, 2001.

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

CONAB – Indicadores da agropecuária. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. [www.conab.gov](http://www.conab.gov). 20 nov.2003.

CORDEIRO, G. G. Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: origem e recuperação, diagnóstico. **Documentos**. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, n.50, p.1-16 1988.

COSTA, R. G.; GHEYI, H. R. Variação da qualidade da água de irrigação na microrregião homogênea de Catolé do Rocha, PB. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 8, p. 1021-1025, 1984.

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

DAY, P. R. Fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C. A. (Ed) **Methods of soil analysis**, Madison American Society Agronomy, 1965. p.546-547. (Agronomy, 9)

DINIZ, A. F. **Efeito da salinidade na germinação e vigor da semente de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.)**. Fortaleza: UFC. 1979, 89p. (Dissertação de Mestrado).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos, Rio de Janeiro, **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.il.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. **BRS - VERDE, nova cultivar de algodão colorido**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 2002. Não encadernado.

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: Ed. Campus: EMBRAPA, 1984. Cap. 10, p. 302-2.

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

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 1996. 437p.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal 1**. 2ª ed. São Paulo: EPU, 1985. 362p.

FREIRE, E.C. Algodão colorido. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, ano 2, n.9, p.36-39, 1999.

- FRENKEL, L. H. **Reassessment of water quality criteria for irrigation.** *In:* SHAINBERG, I.; SHALHEVET, J. **Soil salinity under irrigation.** Berlin; Springer-Verlag, 1984. P. 143-72,
- FORSYTHE, W. **Física de suelos. Manual de laboratório.** Turrialba: IICA, 1975. 221p.
- FUZATO, M. G. **Melhoramento genético do algodoeiro.** *In:* "Cultura do Algodoeiro". Piracicaba: POTAFOS. 1999. 286p.
- GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de.; **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande: UFPB/SBEA. 1997. 383p.
- GODOY, R. **Testes de vigor em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.).** Piracicaba: ESALQ, 1975. 125p. (Dissertação de Mestrado).
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 3. ed. Piracicaba: NOBEL, 1982.436p.
- GRID-PAPP, F. P. **Cultura e Adubação do Algodoeiro.** *In:* Instituto Brasileiro de Potassa. São Paulo. p.117-160, 1969.
- GURGEL, M. T. **Produção de mudas de aceroleira sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação.** Campina Grande: UFPB, 2001. 117p. (Dissertação de Mestrado).
- HESPANHOL, I. "Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, industria, município e recarga de aquíferos". *In:* MANSUSO, P. C .S.; SANTOS, H. F. (ed.) – **Reúso de água.** São Paulo: USP/ Faculdade de Saúde Pública. 2003. 577p.
- HOFFMAN, G. J. & PHENE, C. Effect of constant salinity levels on water use efficiency of bean and cotton. **Transactions of the ASAE.** v.14, p.1102-1106, 1971.
- HOFFMAN, G. J. RAWLINGS. S. L.; GARBER, M. J. Water relations and growth of cotton as influenced by salinity and relative humidity. cotton. **Agronomy Journal.**, Madison, v.63, p.822-826, 1971.
- HOLANDA, J. E; AMORIM, J. R.. A . **Qualidade da água para irrigação.** *In:* GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E; MEDEIROS, J. M. Manejo e controle da salinidade na agricultura. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.137-169.
- INGVALSON, R. D.; RHOADES, J. D.; PAGE, A. L. Correlation of alfafa yield

- with various index of salinity. **Soil Science**, Baltimore, v.122, n.3, p.145-153, 1976.
- ISRAELSEN, D. W.; HANSEN, V. E. **Principios y aplicaciones del riego**. 2ª ed. Barcelona: Reverti, 1965. 379 p.
- JÁCOME, A. G. **Crescimento e produção de genótipos de algodoeiro em solo salino-sódico**. Campina Grande: UFPB. 1999. 127p. (Dissertação de Mestrado)
- KENNEDY, P. **Preparando para o Século XXI: Agricultura mundial e a resolução de biotecnologia**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 246p. 1993.
- KRAMER, P. I. **Plant and soil water relationships: a modern synthesis**. New York: Macgraw Hill, 1969. 482p.
- KORKOR, S. A .; HILLEL, M. H. Use of saline water for irrigating wheat crop. **grochemical**, v.20, n.1-2, 1976.
- LARAQUE, A . **Estudos e previsão da qualidade química da água dos açudes do Nordeste**. Recife: SUDENE, 1989, 97p. ( Série Hidrológica, 26).
- LAUCHI, A. & EPSTEIN, E **Mechanisms of salt tolerance in plants**. In: *Califórnia Agriculture*. v. 38, n.10. p.18-21.1984
- LEPRUN, J. C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste**, In: *Relatório do convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro*. Recife; SUDENE. 1983. p.91-141.
- MAAS, E. V. Crop tolerance. **California Agriculture**, Berkeley, 1984v.38, n.10, p20-21.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **J. Irrigation and Drainage**. v. 103, p. 115-134, 1977.
- MAAS, E. V., HOFFMAN, G. J. Tolerancia del los cultivos a los sales. **Boletín Técnico**. Departamento de Irrigação. / Universidade Anotôn. Chapingo, México, n. 9, p. 1-18, 1980.
- MAAS, E. V., NIEMAN, R. H. **Physiology of plant tolerance to salinity**. In: **Crop tolerance to suboptimal Land conditions**. Jung, G. A. (Ed.). ASA Special publication n.32. p.227-299, 1978.

MAGALHÃES, A. R.; GARAGORRY, F. L.; GASQUES, J.G.; MOLION, L.B.C.; AMORIM NETO, M. da S. A; NOBRE, C. A; PORTO, E.R.; REBOUÇAS, O. E. **The effects of climatic variations on agriculture in Northeast to Brazil.** Luxemburgo - Austria, 1987. 109p.

MARANI, A.; AMIRAV, A. Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel. I – The coastal plain region. **Exploration Agricultural**, London, v. 7, n. 3, p. 213 – 224, 1971.

MELONI, D. A.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A.; MARTINEZ, C. A. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. **J. Plant Nutrition**. v. 24, n. 3, p. 599 – 612, 2001.

MEDEIROS, E. V. **Efeitos da salinidade na água de irrigação sobre a germinação, vigor de sementes e desenvolvimento de plantas de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch).** Areia: UFPB/CCA. 1996.51p.(Monografia de Graduação)

MEDEIROS, J. F. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo 'GAT' nos Estados de RN, PB e CE.** Campina Grande: UFPB, 1992. p 173.(Dissertação de Mestrado).

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H.R. **A Qualidade da água de irrigação.** Mossoró, ENA/ESAM.1994. p.60 (ESAM, Boletim Técnico científico,22).

MEIRI, A.; SHALHEVET, J. Crop Growth under saline conditions. In: Yaron, B.; DANFORS, E.; VVAADIA, Y. **Arid Zone Irrigation.** New York: Springe Verlag. 1973. p. 277 – 290. (Ecological Studies, 5).

MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. 4<sup>a</sup> ed. **International Potash Institute**, Bern: 1987.687p.

MILLAR, A. A. Respuesta de los cultivos al déficit de água como información basica para el manejo del riego. **Documentos.** Petrolina: EMBRAPA - CPATSA, 1976. 62p.

NAWAR, M. T.; ZAHER, A. M.; EL-SAHHAR, K.; ABDEL-RAHIM, S. A. Effect of salinity on batanical characters and fiber maturity of three egyptian cotton cultivars. In: World Cotton Research Conference, 2. Athens - Greece: 1998. **Proceedings.** Athens - Greece: ICAC, 1998. p. 272 – 277.

- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA. 1991. 392p. (EMBRAPA - SEA. Documentos, 3).
- NUNES FILHO, J. **Comportamento de duas cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) em função da salinidade e umidade do solo**. Botucatu: UNESP. 1993. 74p. (Tese de Doutorado).
- OLIVEIRA, F. A. de; CAMPOS, T. G. da S.; OLIVEIRA, B. C. Efeito de substratos salinos na germinação, vigor e no desenvolvimento do algodoeiro herbáceo. **Engenharia Agrícola**. v. 18, n. 2, p. 1-10, 1998.
- PASTERNAK, D.; TWERSKY, M.; MALACH, Y. Salt resistance in agricultural crops. In: MUSSED, H.; STAPLES, R.C. (ed.). **Stress physiology in crop plants**. New York: John Wiley and Sons Inc., 1979. P.127-1
- PEARSON, G. A. **Tolerance of crops to exchangeable sodium**. Washington: USDA Information Bulletin, 216. 1960. não paginado.
- PERCY, R.G.; KOHEL, R. J. Qualitativa genética. In: SMITH, C.W.; COTHREN, J.T. (eds). **Cotton: Origin, history, technology and production**. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.1999. p.319-360.
- PIZARRO, F. **Drenaje Agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid. Ed. Agrícola Española, S. A, 1985. 542p.
- POLJAKOFF-MAYBER, A.; LERNER, H. R. Plants in saline environments. In: PASSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop stress**. New York: Marcel Dekker. 1993. Cap.4, p. 65-96.
- REINHARDT, D. H. & ROST, T. L. Developmental changes of cotton root primary tissues induced by salinity. **Int. J. Plant Sci.** v. 156. n. 4, p. 505 – 513, 1995 .
- RHOADES, J.; KANDIAN, A .; MASHALI, A . M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000. 117p. (Estudos FAO Irrigação e drenagem,, 48).
- RHOADES, J.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. IN: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASAE, CSSA, SSSA, 1990. P. 1089-1142. (Agronomy, 30).

- RIBEIRO, F. L. **Efeito do sódio no desenvolvimento do algodoeiro mocó (*Gossypium hirsutum* L.)**. Areia: UFPB/CCA, 1982. 109p (Dissertação de Mestrado).
- RICHARDS, L. A. (ed.) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory. 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- ROCHA FILHO, J. V. C., OLIVEIRA, G. D., SARRUGE, J. R. **Efeito do sódio na produção de matéria seca em mudas de duas cultivares de algodoeiro mocó (*Gossypium hirsutum* Lavar. Marie-Galante), cv. "9193" e "C-17"**. *Anais. Piracicaba: ESALQ/USP*. v.36, p. 605-613, 1979.
- RODRIGUES, L. N. **Estresse salino na germinação, produção de mudas e produção de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.)**. Campina Grande: UFPB/CCT, 2000. 145p (Dissertação de Mestrado).
- RUSH, D. W.; EPSTEIN, E. **Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into a domestic tomato**. *Journal American Society Horticulture Science*, Geneva. 1981.v.106, p.699-704.
- RYAN, J.; MIYAMOTO, S. STROEHLEIN, J.L. **Salt and specific ion effects on germination of four grasses**. *Journal of Range Management*, v.28, p.61-64.1975.
- SANTOS, J. A. S. **Efeito da temperatura, pré-embebição e salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*)**. Campina Grande: UFPB. 1981. 91p. (Tese de Mestrado).
- SANTOS, J. G. R. dos. **A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática**. Campina Grande-PB. 2000. 171p.
- SANTOS, J. W. dos; MOREIRA, J. de A. N.; BELTRÃO, N.E.M. **Avaliação do emprego dos testes de comparação de médias na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) de 1980 a 1994**. *Pesq. Agropecuária Brasileira*, v.33, n.3, p. 225-230, 1998.
- SANTOS, R. V. dos; MURAOKA, T. **Correlação de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro (*Vigna unguiculata*)**. In: XXII Reunião brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 1997, Manaus: **Resumos**. Manaus. 1997.não paginado.

- SHAINBERG, I.; OSTER, J. D. **Quality of irrigation water**. Bet. Dagan: International Irrigation Center, 1978. 65p.
- SHANNON, M.C. In: quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. **Horticulture Science**, v.14, p.587-589. 1979.
- SILBERBURSH, M. & BEM-ASHER, J. The effects of salinity on parameters of potassium and nitrate uptake of cotton. **Soil Sci. Pant Nutr.** v.18, n.1, p.65-81, 1987.
- SILVA, G. A. **Efeitos do estresse salino sobre o crescimento, estado hídrico e nutricional do algodão**. Areia: UFPB/CCA, 1996 68p. (Monografia de Graduação).
- SILVA, M. da S. **Efeitos de diferentes pré-tratamentos de sementes na germinação, desenvolvimento e produção do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em meio salino**. Campina Grande: UFPB. 1981. 84p. (Tese de Mestrado).
- SOARES, F. A. **Comportamento do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) sob condições de estresse salino**. Campina grande: UFPB, 2001. 153p. (Dissertação de Mestrado).
- STROGONOV, B. P. **Physiological bases of salt tolerance of plants**. Jerusalém, Israel: Prog. Scient. Transl., 1964. 279p.
- SYLVERTSEN, J. P.; YELENOSKY, G. Salinity can enhance freeze tolerance of citrus rootstock seedlings by modifying growth, water relations, and mineral nutrition. **Journal American Society Horticulture Science**, Geneva.1988. v.13, p.889-893.
- TAYER, J. **Effect of irrigation methods with saline waters on maize production and salt distribution in soil**. Bari: International Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies. 1987. 285p. (Thesis Magister Science).
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: CCA/UFC, 1993.
- van ALPHEN, D. W. VERHOEVEN, B. **Salt-affected soils and their reclamation**. Wageningen: 22 International Course on Land Drainage. 1983.34p.

VASCONCELOS, M. F. de. **Comportamento de cultivares do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) sob diferentes percentagens de sódio trocável.** Campina Grande: UFPB. 1990. 74p. (Tese de Mestrado).

WADDLE, B. A Crop growing practices. In: KOMEL, R. J.; LEWIS, C. P. **Cotton.** Madison: American Society of Agronomy, 1984. P. 233-263 (Série Agronomy, 24).

WENDT, C. W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.), and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). **Agronomy Journal**, v.59, p.484-486, 1967.

WILCOX, L. V.; DURUM, W. H. Quality of irrigation. In: HAGAN, R. M.; HAISER, R. H.; EDMINISTER, T. W. (editors). **Irrigation of agriculture lands.** Madison: American Society of Agronomy, 1967. Cap. 9, p.104-122. (Agronomy, 11).