



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**



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

TESE DE DOUTORADO

**ALGODOEIRO COLORIDO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E
ADUBADO COM MATÉRIA ORGÂNICA**

ELIEZER DA CUNHA SIQUEIRA

**CAMPINA GRANDE-PB
2021**

ELIEZER DA CUNHA SIQUEIRA

**ALGODOEIRO COLORIDO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E
ADUBADO COM MATÉRIA ORGÂNICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ DANTAS NETO**

**CAMPINA GRANDE-PB
2021**

S618a

Siqueira, Eliezer da Cunha.

Algodoeiro colorido irrigado com água salina e adubado com matéria orgânica / Eliezer da Cunha Siqueira. – Campina Grande, 2018.

111 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. José Dantas Neto, Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão".

Referências.

1. Algodão Colorido. 2. Irrigação. 3. Qualidade de Fibras. 4. Salinidade. I. Dantas Neto, José. II. Beltrão, Napoleão Esberard de Macedo III. Título.

CDU 633.511(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

ELIEZER DA CUNHA SIQUEIRA

**“ALGODOEIRO COLORIDO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E ADUBADO
COM MATÉRIA ORGÂNICA”**

APROVADO: 09 de maio de 2008

BANCA EXAMINADORA

Dr. José Dantas Neto
Orientador - UAEA/UFCG

Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra
Examinador - UAEA/UFCG

Dra. Lúcia Helena Garofalo Chaves
Examinadora - UAEA/UFCG

Dr. Adilson David de Barros
Examinador - UAEA/UFCG

Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos
Examinador - EMATER/PB



ATA DA DEFESA PARA CONCESSÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA AGRÍCOLA, REALIZADA EM 09 DE MAIO DE 2008.

CANDIDATO: **ELIEZER DA CUNHA SIQUEIRA**

COMISSÃO EXAMINADORA: José Dantas Neto - Orientador - UAEA/UFCG, Hugo Orlando Carvalho Guerra - Examinador - UAEA/UFCG, Lúcia Helena Garofalo Chaves - Examinadora - UAEA/UFCG, Adilson David de Barros - Examinador - LIS/CTRN/UFCG e José Geraldo Rodrigues dos Santos - Examinador - EMATER/PB.

TÍTULO DA TESE: **“ALGODOEIRO COLORIDO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E ADUBADO COM MATÉRIA ORGÂNICA”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Irrigação e Drenagem
LOCAL: Auditório da EMBRAPA/PB
HORÁRIO: 14h

Em sessão pública, após exposição de cerca de 50 minutos, a candidata foi argüida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema de sua Tese, sendo APROVADO, com modificações no texto, de acordo com as exigências da Comissão Examinadora, que deverão ser cumpridas no prazo máximo de 30 (trinta) dias. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, assinada pela aluna e demais membros da Comissão Examinadora presentes. Campina Grande/PB, 09 de maio de 2008.

José Dantas Neto - Orientador

Hugo Orlando Carvalho Guerra - Examinador

Lúcia Helena Garofalo Chaves - Examinadora

Adilson David de Barros - Examinador

José Geraldo Rodrigues dos Santos - Examinadora

Eliezer da Cunha Siqueira - Discente

MAIO - 2008

**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, Hans Gheyi, Pedro Dantas, Marx Prestes, Hamilton, Carlos Azevedo, Antonio Berto, Fc°. de Assis Santos, Vera Lúcia e Josivanda, pelos conhecimentos repassados e, sobretudo pela amizade.

Aos Professores Orientadores: Dr. José Dantas Neto 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: Dra. Lúcia Garófalo, Dr. Hugo Carvalho, Dr. Adilson David de Barros, Dr. José Geraldo, 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, Campina Grande-PB, estrutura e apoio humano cedidos à realização deste trabalho.

À Autarquia Educacional do Araripe / Faculdade de Ciências Agrárias de Araripina pelo 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, Ridelson, Paulo Torres, Vanda, 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, 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.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Município de Barbalha-CE.....	43
Figura 2: Aspecto geral do genótipo CNPA2002/26, cluster marrom escuro.	45
Figura 3: Croqui de uma Parcela.....	46
Figura 4: Área experimental e distribuição dos blocos e parcelas.....	47
Figura 5: Curva característica de umidade do solo. Barbalha-CE.....	49
Figura 6: Preparo do Solo do experimento, Barbalha-CE.....	50
Figura 7: Vista do Sistema de Irrigação do experimento, Barbalha-CE.....	51
Figura 8: Vista geral do experimento, plantação no ponto de colheita, Barbalha-CE.....	53
Figura 9: Efeito do esterco sobre a altura de plantas (AP) aos 60 (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	59
Figura 10: Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE) das doses em cada água sobre a altura de plantas (AP) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	60
Figura 11: Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE), do tipo de água em cada dose de esterco, sobre a altura de plantas (AP) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	61
Figura 12: Evolução da altura da planta (AP): (a) em função do tipo de água; (b) - em função das doses de esterco, aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	62
Figura 13: Efeito isolado da dose de esterco sobre o diâmetro caulinar (DC): a) aos 60, b) 80 e c) 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	66
Figura 14: Evolução do diâmetro caulinar (DC): (a) em função do tipo de água; (b) em função das doses de esterco, aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	67
Figura 15: Efeito isolado da dose de esterco sobre o número de folhas (NF) aos 60 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	69
Figura 16: Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE) das doses em cada água sobre o número de folhas (NF) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	70
Figura 17: Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE), do tipo de água em cada dose de esterco, sobre a altura de plantas (AP) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	70
Figura 18: Evolução da área foliar (a em função do tipo de água; b - evolução do diâmetro caulinar em função das doses de esterco), aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	71

Figura 19: Efeito isolado da dose de esterco sobre o número de folhas (NF) aos 60 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	73
Figura 20: Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE) das doses em cada água sobre a área foliar da planta (NF) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	74
Figura 21: Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE), do tipo de água em cada dose de esterco, sobre a área foliar da planta (AFP) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	74
Figura 22: Evolução da área foliar (a- em função do tipo de água; b- em função das doses de esterco, aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	76
Figura 23: Efeito isolado da dose de esterco sobre o número de folhas (NF) aos 60 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	77
Figura 24: Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE) das doses em cada água sobre o índice de área foliar (IAF) aos 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	70
Figura 25: Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE), do tipo de água em cada dose de esterco, sobre o índice de área foliar (IAF) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	79
Figura 26: Evolução do índice de área foliar (a- em função do tipo de água; b- em função das doses de esterco) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	80
Figura 27: Floração do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	83
Figura 28: Alongamento à ruptura (ELG) da fibra do algodoeiro colorido adubado com diferentes doses de esterco bovino e irrigado com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	86
Figura 29: Componentes químicos do extrato de saturação do solo (a. Cálcio; b. magnésio; c. sódio; d. potássio, e. bicarbonato e f. cloreto), antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	90
Figura 30: Características químicas (a. pH; b. CEes;) do extrato de saturação do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	92
Figura 31: Características químicas (a- RAS e b- PST) do extrato de saturação do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha.....	93
Figura 32: Características químicas (a. pH; b. CEes;) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	95
Figura 33: Características químicas (a. carbono orgânico; b. fósforo assimilável) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	96

Figura 34: Características químicas (a. cálcio; b. magnésio) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	97
Figura 35: Características químicas (a. sódio; b. potássio) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	98
Figura 36: Características químicas – a_ acidez potencial (H + Al), b_ e alumínio (Al ³⁺) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficientes de cultura para o algodoeiro de ciclo curto, para as diferentes fase fenológicas, estimado pelos métodos de Penman modificado pela FAO (KcPNF), Tanque Classe “A” (KcCA), Penman (KcPN) e Hargreaves (KcH).....	28
Tabela 2: Coeficientes de cultura semanal para o algodoeiro de ciclo curto, estimado pelos métodos de Penman (KcPE) e Tanque Classe “A” (KcCA).....	29
Tabela 3: Diretrizes de análise da água de irrigação, segundo Ayers e Westcot, 1999.....	31
Tabela 4: Valores médios mensais das normais climatológicas, pressão atmosférica (hPa); temperatura média (°C); temperatura máxima média (°C); temperatura mínima média (°C); precipitação média (mm); evaporação média (mm); umidade relativa do ar média (%); insolação total (h) e nebulosidade do Município de Barbalha, CE. 1961-1990..	44
Tabela 5: Composição dos tratamentos	45
Tabela 6: Características físico-químicas do solo da área experimental. Barbalha-CE.....	48
Tabela 7: Características químicas da água utilizada na irrigação da área experimental da Embrapa Algodão de Barbalha-CE.– (LIS/UFCG). 2006.....	49
Tabela 8: Características físico-químicas do esterco bovino utilizado na adubação orgânica. Barbalha-CE.– (LIS/UFCG).....	50
Tabela 9: Coeficientes de cultura para o algodoeiro de ciclo curto, estimado pelo método Tanque Classe “A” (KcCA) e Coeficiente do Tanque (Kt).....	52
Tabela 10: Esquema de análise de variância a ser adotado.....	56
Tabela 11: Resumo das análises de variâncias, referente à variável altura de plantas (AP) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	58
Tabela 12: Valores médios referente à variável diâmetro do caule (DC) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	64
Tabela 13: Valores médios referente à variável número de folhas (NF) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigada com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	68
Tabela 14: Valores médios referente à variável área foliar da planta (AFP) aos 20, 40,	

60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	72
Tabela 15: Valores médios referente à variável índice de área foliar (IAF) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	77
Tabela 16: Valores médios dos fatores doses de esterco (DE) e tipo de água (TA) para a floração (FLO), abertura de capulho (ABC), número de capulho (NC), peso de 1 capulho (P1C), peso de 100 sementes (P _{100S}) e produção em caroço (PCaroço) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	82
Tabela 17: Valores médios dos fatores doses de esterco (DE) e tipo de água (TA) para peso de 20 capulhos (P20CAP), peso das plumas (Ppluma), percentagem de fibras (%Fibras), resistência (STR), comprimento (UHM), uniformidade (UNF), alongamento à ruptura (ELG), índice micronaire (MIC), índice de fibras curtas (SFI), índice de fiabilidade (SCI) e reflectância (Rd), do algodoeiro adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	85
Tabela 18: Valores médios da salinidade no extrato de saturação do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	87
Tabela 19: valores médios para os teores iniciais, aos 60 e 120 DAS, do potencial hidrogeniônico (pH); condutividade elétrica da solução (CEs); carbono organico (CO); fósforo assimilável (P _{ass}); Cálcio (Ca); magnésio (Mg); sódio (Na); potássio (K); soma de hidrogênio e alumínio (H + Al) e alumínio (Al) do solo cultivado com algodoeiro colorido adubado com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.....	94

ALGODOEIRO COLORIDO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E ADUBADO COM MATÉRIA ORGÂNICA

RESUMO: O manejo incorreto da irrigação tem ocasionado acúmulo de sais solúveis nos solos, com efeitos, quase sempre negativos, na maioria das culturas. São, ainda, incipientes os trabalhos de estudos sobre os efeitos da salinidade em interação com adubos orgânicos, com as cultivares de Algodoeiro herbáceo de fibras coloridos (*Gossypium hirsuntum* L.). O presente trabalho objetivou-se estudar o crescimento, rendimento e qualidade da fibra do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L), linhagem CNPA 2002/26 - Cluster Marrom Escuro, sob condições de água de irrigação com diferentes níveis de salinidade e adubado com matéria orgânica. O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Algodão no município de Barbalha-Ce. Conduzido no delineamento blocos inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, estudou-se o efeito de cinco doses de esterco bovino – DE (0, 8, 16, 24 e 32 t.ha⁻¹) e dois tipos de água de irrigação (água de baixa e alta salinidade: 0,35 e 6,5 dS.m⁻¹). Os resultados obtidos permitem concluir que: houve no solo, aumento dos teores de cálcio, sódio, potássio e magnésio, mesmo com o uso de água de baixa salinidade e alta dose de esterco. O aumento nos teores de cálcio e magnésio não foi suficiente para reduzir os teores de sódio e conseqüentemente proporcionou aumento da RAS e do PST do solo; Independente dos tratamentos e da época de avaliação houve aumento significativo no teor de cloreto no solo. Verificou-se redução do pH do solo, girando em torno de 6,2 a 6,7. As características de crescimento (altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e índice de área foliar) foram independentemente da água utilizada na irrigação, prejudicadas quando se utilizou água salina e dose de esterco inferior a 16 t.ha⁻¹. Dentre as características da produção verificou-se que apenas a floração foi influenciada pelas doses de esterco. Quando irrigado com água de alta salinidade, o número e o peso de capulho e a produção em caroço, tiveram reduções da ordem de 49,83%, 10,64% e 64,36%, respectivamente, em relação aos valores obtidos com o uso da água de baixa salinidade na irrigação. A água de irrigação de alta salinidade influenciou negativamente no peso de vinte capulhos, no peso da pluma, na porcentagem da fibra e no índice micronaire da fibra do algodoeiro colorido e apenas sobre o alongamento à ruptura fora influenciada pelo fator dose de esterco.

PALAVRAS-CHAVE: algodão colorido, irrigação, qualidade de fibras, salinidade.

COLORED COTTON PLANT IRRIGATED WITH SALINE WATER IS FERTILIZED WITH ORGANIC MATTER

ABSTRACT: The inadequate management of the irrigation may cause accumulation of soluble salts in soils which affects almost always negatively most of the crops, above all, the vegetables that are sensitive to the saline stress. They plows, still, incipient the work of studies on the effect of the salinity in interaction with organic fertilizers, with you cultivate them of herbaceous Cotton plant of colored fibers (*Gossypium hirsuntum* L.). An experiment was driven, producing of fibers of brown coloration, with to grow productive in Campina Grande-PB. The experiment was carried at the Embrapa's Cotton Experimental Station of district Barbalha-Ce. The experimental randomized blocks design was considered with 10 treatments and 4 repetitions in factorial scheme 5x2, it was studied the effect of five doses of bovine manure-OF (0, 8, 16, 24 and 32 t.ha⁻¹) and two types of irrigation water (drop water and high salinity), classified according to the electric conductivity of the water - ECa (0.35 and 6.5 dS.m⁻¹). The obtained results allow to end that: there was in the soil, increase of the content of calcium, sodium, potassium and magnesium, even with the uses of water of low salinity and high manure doses; the increase in the content of calcium and magnesium was not enough to reduce the content of sodium and consequently it provided increase of the SAR and of PST of the soil; Independent of the treatments and of the evaluation team, there was significant increase in the tenor of chloride in the soil. Reduction of the pH of the soil was verified, around 6.2 to 6.7. The growth characteristics (plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area and rate of leaf area) they were, independently of the water used in the irrigation, prejudiced when it was used saline water and dose of low manure to 16 t.ha⁻¹. Among the characteristics of the production it was verified that just the flower was influenced by the manure doses. When irrigated with water of high salinity, the matter number, weight of one matter and the yield fiber weight seeds, they had reductions of the order of 49.83%, 10.64% and 64.36%, respectively, in relation to the values obtained with the use of the water of low salinity in the irrigation. The water of irrigation of high salinity influenced negatively in the weight of twenty fibers, in the weight of the feather, in the percentage of the fiber and in the rate micronaire of the fiber of the colored cotton plant and just on the prolongation to the rupture had been influenced by the factor doses of manure.

KEY-WORDS: cotton color, irrigation, fiber quality, salinity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. A Cultura do algodoeiro.....	18
2.1.1. Características Agronômicas do Algodoeiro.....	19
2.1.1.1 Aspectos Edafoclimáticos	19
2.1.1.2. Características da Fibra do Algodoeiro.....	20
2.1.1.3. Importância da Cotonicultura.....	24
2.1.1.4. Algodão Colorido.....	25
2.1.1.5. Necessidades Hídricas do Algodoeiro.....	25
2.2. QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO.....	30
2.3. ASPECTOS GERAIS DA SALINIDADE DO SOLO.....	33
2.3.1. Efeitos da Salinidade Sobre as Plantas.....	33
2.3.2. Tolerância das Plantas à Salinidade.....	34
2.3.3. Salinidade e Toxicidade.....	35
2.3.4. Efeitos da Salinidade sobre Algodoeiro.....	36
2.4. Matéria Orgânica do Solo: Dinâmica e função.....	40
2.5. ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE PLANTAS.....	41
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.1. Localização do Experimento.....	43
3.2. Genótipo de algodoeiro estudado.....	44
3.3. Delineamento Experimental e Tratamentos.....	45
3.4. Solo e água Utilizados no Experimento.....	47
3.5. Plantio e Tratos Culturais.....	49
3.6. Sistema de Irrigação e Manejo das Irrigações.....	51
3.7. Características Avaliadas.....	53
3.7.1. Análise do Solo	53
3.7.2. Variáveis Relacionadas à Cultura.....	54
3.7.2.1. Análise de Crescimento	54
3.7.2.2. Componentes de Produção.....	55
3.7.2.3 Características tecnológicas da fibra do algodoeiro.....	55

3.8. Análise Estatística.....	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1. Crescimento da planta.....	57
4.1.1. Altura da planta.....	57
4.1.2. Diâmetro caulinar.....	63
4.1.3. Número de Folhas.....	67
4.1.4. Área foliar por planta.....	72
4.1.5 Índice de área foliar.....	76
4.2. PRODUÇÃO.....	81
4.3. Características tecnológicas da fibra do algodão.....	84
4.4. Características Químicas do Solo	86
4.4.1. Características da salinidade do solo.....	87
4.4.1.1. Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}), Sódio (Na^{+2}) e Potássio (K^{+}).....	87
4.4.1.2. Carbonatos (CO^{-2}_3) e Sulfatos (SO^{-2}_4).....	89
4.4.1.3. Bicarbonatos (HCO^{-2}_3) e cloretos (Cl^{-}).....	89
4.4.1.4. Reação do solo (pH).....	91
4.4.1.5. Condutividade elétrica (CEes).....	91
4.4.1.6. Razão de adsorção de sódio (RAS).....	92
4.4.1.6 Percentual de Sódio Trocável.....	92
4.4.2. Características da fertilidade do solo.....	93
5. CONCLUSÕES.....	99
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

1. INTRODUÇÃO

Segundo estimativas, em 2050, o planeta deverá abrigar um número pouco superior a 9 bilhões de habitantes, isto representa mais ou menos 2,5 bilhões de pessoas a mais do que possui hoje e, estabelecendo-se uma relação entre alimentos, energia e recursos naturais, na atualidade, os habitantes da Terra já estariam consumindo 42,5% além da capacidade de reposição da biosfera, déficit que tem aumentado cerca de 2,5% ao ano (PANGAEA, 2005).

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 deve mais ser efetuado apenas por meio da expansão de área cultivada, pois com poucas exceções, em contexto mundial, a terra agricultável se aproxima de seus limites de expansão.

O setor agrícola é o maior usuário de água a nível mundial, consumindo cerca de 70% de toda a água derivada das mais diversas fontes (PAZ et al., 2000). No Brasil, esta atividade consome cerca de 70% mas, devido ao crescimento das áreas irrigadas, este valor deverá chegar a 80% nos próximos dez anos, aumentando os conflitos já existentes na grande maioria das bacias hidrográficas brasileiras, especialmente naquelas com desenvolvimento agrícola e urbano significativo (HESPANHOL, 2003).

No mundo, uma área de aproximadamente 1,532 bilhão de hectares estão em exploração com agricultura, dos quais cerca de 278 milhões de solos sob infra-estrutura hídrica de irrigação. A área de 18% sob cultivo irrigado produz cerca de 44% da produção total agrícola, enquanto a agricultura de sequeiro responde pelo restante (CHRISTOFIDIS, 2006).

No entanto, embora a irrigação seja vista como vilã ao consumir tanta água, sem esta tecnologia imensas áreas de terras férteis, hoje ocupadas por lavouras que representam o sustento e o desenvolvimento de comunidades prósperas, seriam apenas terras áridas e abandonadas (BEZERRA et al., 1999).

Neste contexto, a importância da agricultura irrigada dispensa qualquer ênfase. A irrigação torna possível o aumento da produção por unidade de área, a melhoria na qualidade dos produtos e a estabilização da produção. Entretanto, a irrigação requer água e este é um insumo essencial cujo suprimento se torna cada vez mais escasso.

O uso intensivo de águas de boa qualidade tem acarretado a diminuição da sua disponibilidade. A crescente expansão das áreas agrícolas tem gerado a necessidade do uso de águas consideradas de qualidade inferior (AYERS e 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 de cultura, solo e da água de irrigação (RHOADES et al., 2000).

Entre as práticas de manejo de solo, várias medidas têm sido utilizadas para permitir o uso “seguro” de água salina na produção agrícola, entre as quais se destacam o uso de corretivos químicos, condicionadores de solo, e adubação orgânica.

A aplicação de adubos orgânicos, como esterco e outros materiais, apresenta alguns efeitos que auxiliam na recuperação de solos com problemas de salinidade e ou sodicidade, a partir da melhoria da estrutura e da permeabilidade do solo e a capacidade de liberar gás carbônico (CO₂), que proporcionará o aumento da solubilidade do cálcio que exista no solo (SANTOS, 2000).

Em solos tropicais, a exemplo dos solos do semiárido brasileiro, a matéria orgânica tem grande importância como alternativa no manejo e recuperação de solos com problemas de salinização, por meio do seu potencial para o fornecimento de nutrientes às culturas, pela retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, melhoria da estabilidade da estrutura do solo e, conseqüentemente da infiltração e retenção de água, aeração, e a atividade microbiana constitui-se, assim em um componente fundamental da capacidade produtiva do solo (BAYER; MIELNICZUCK, 1999).

A matéria orgânica aumenta a fertilidade do solo, pois representa a maior fonte de cargas negativas, responsável tanto pela retenção quanto pela liberação de nutrientes para a solução do solo, especialmente o nitrogênio, o fósforo e enxofre, através do processo de mineralização (SANTOS; MURAOKA, 1997).

A cultura do algodoeiro constitui-se em uma das principais opções agrícolas para o Brasil, chegando a envolver, direta ou indiretamente nos diversos segmentos da sociedade, cerca de 15% da economia nacional (BELTRÃO et al., 1993). Entretanto, em função da instabilidade climática da região semiárida, para se ter uma cotonicultura economicamente sustentável e produtiva torna-se imprescindível o uso da irrigação. As irregularidades pluviais no Nordeste são responsáveis por perdas de até 70% na produção e na produtividade do algodoeiro nesta região (MAGALHÃES et al., 1987).

Quanto ao comportamento das plantas à salinidade do solo, sabe-se que cada material vegetal possui um limite de tolerância denominado “Salinidade Limiar – SL”, acima do qual o seu rendimento é linearmente reduzido com o incremento da salinidade do solo, expressa em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) e, neste aspecto o algodoeiro (*Gossipium hirsutum* L.) é classificado como tolerante à salinidade, possuindo valor de SL de 7,7 dS /m à 25 °C (MAAS, 1984; AYERS; WESTCOT, 1999).

Considerando esses aspectos, com o presente trabalho objetivou-se estudar o crescimento, rendimento e qualidade da fibra do algodoeiro (*Gossipium hirsutum* L), linhagem CNPA 2002/26 - Cluster Marrom Escuro, sob condições de água de irrigação com diferentes níveis de salinidade e adubado com matéria orgânica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do algodoeiro

O algodoeiro, planta da família Malvaceae, gênero *Gossypium*, produz uma das fibras mais antigas que se conhece e com maior utilização pela humanidade. As primeiras referências registram seu cultivo alguns séculos antes de Cristo. No Brasil, Na época do descobrimento, os indígenas já cultivavam o algodoeiro e transformavam sua fibra em fios e tecidos (VIDAL; CARNEIRO, 2006).

O centro de origem do gênero *Gossypium* é a África Central (SAUNDERS, 1961). O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r *latifolium* Hutch) é de origem tropical (AMORIM NETO; BELTRÃO, 1999; BELTRÃO, 1999).

A área plantada com algodoeiro no mundo tem tido um crescimento significativo. Atualmente a fibra de algodão é uma das principais commodities comercializada mundialmente. No Brasil, o cultivo do algodoeiro está concentrado em praticamente duas regiões distintas. A primeira representada pela região meridional, compreendida pelos Estados: São Paulo, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás Minas Gerais e Sul da Bahia. Nestes Estados predominam o algodoeiro anual ou herbáceo, onde se tem a maior produtividade. A segunda representada pela região setentrional, composta pelos Estados produtores do Norte e Nordeste, onde são cultivados o algodoeiro herbáceo e o arbóreo (CIA et al., 1999).

A região Centro-Oeste é a maior produtora, no entanto, tem-se observado expansão da área cultivada com algodão também nos cerrados nordestinos, principalmente no Estado da Bahia. Nas regiões de cerrados do Maranhão e do Piauí a produção, embora ainda seja pequena, essas áreas apresentam ótimo potencial para o desenvolvimento da cultura, pois possuem características edafoclimáticas semelhantes às áreas de cerrados da Bahia e da região Centro-Oeste. (VIDAL; CARNEIRO, 2006).

Do algodoeiro quase tudo é aproveitado, principalmente a semente e a fibra. A semente (caroço) representa aproximadamente 65% do peso da produção e a fibra, 35%. A fibra, principal produto do algodão, possui várias aplicações industriais, dentre as quais podem-se citar: confecção de fios para a tecelagem de vários tecidos, preparação de algodão hidrófilo para enfermagem, confecção de feltro, cobertores e estofamentos, obtenção de celulose, películas fotográficas, chapas para radiografias e outros (CORRÊA, 1989).

De acordo com Passos (1977), o algodoeiro arbóreo já existia no Brasil na época do descobrimento. O Estado do Maranhão foi o primeiro grande produtor de algodão, chegando a exportar para a Europa. A partir de então, todo o Nordeste passa a figurar como a grande região algodoeira do país. Entretanto, a produção brasileira não era competitiva frente aos Estados Unidos que se tornaram grandes produtores de fibras no século XIX. Dessa forma, a produção brasileira de algodão entrou em rápida decadência. Em 1860, a guerra de Secessão, nos Estados Unidos, favoreceu a retomada da atividade no Brasil, contribuindo para fundamentar o progresso da cotonicultura brasileira. Até então, no Brasil só se cultivava o algodão arbóreo. Por essa época, o algodão herbáceo foi introduzido no país.

Até o início da década de 1990, a produção de algodão no Brasil concentrava-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Em função da abertura na economia, dentre outros fatores, a produção nacional de algodão sofreu uma redução da ordem de 31,3% entre 1985 e 1990, se acentuando ainda mais a partir de 1991 (FERREIRA FILHO, 2001).

Durante a década de 1990, a indústria têxtil brasileira foi fortemente dependente das importações de algodão. A expansão da produção em especial nos cerrados, onde a cotonicultura é conduzida em bases empresariais, foi um dos fatores primordiais para a mudança desse panorama. O Brasil figurou, no ano-safra, 2004/05, como o 5º maior produtor e 4º maior exportador de algodão do mundo (BARBOSA, 2002; USDA, 2005).

Entre os anos de 1987 e 1997, o Nordeste passou de grande produtor de algodão para grande importador e consumidor do produto, em função do aumento do parque têxtil no Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba e da redução da área plantada (BELTRÃO, 1999).

2.1.1. Características Agronômicas do Algodoeiro

2.1.1.1 Aspectos Edafoclimáticos

Para se ter sucesso na exploração do algodoeiro herbáceo deve prevalecer condições edafoclimáticas ótimas que permitam à planta realizar integralmente seus diferentes estádios fenológicos, principalmente, com relação às condições térmicas e hídricas. Sendo a temperatura um dos fatores ambientais que mais interferem no crescimento e desenvolvimento no cultivo do algodoeiro. Esta malvácea necessita para emergência e estabelecimento, temperatura do solo superior a 20 °C e temperatura do ar entre 22 e 30 °C. No estágio de frutificação e maturação, temperaturas médias inferiores

a 20 °C paralisam o desenvolvimento das maçãs. Salientando que o final do ciclo deve coincidir com período seco, para possibilitar a perfeita secagem do capulho, o que vai interferir na qualidade da fibra. (MARUR, 1993; AMORIM NETO et al., 1998).

Em suma, para produção máxima de algodão herbáceo, Amorim Neto et al. (1997), consideram os seguintes indicadores:

- Temperatura média do ar variando entre 18 e 40 °C;
- Precipitação anual variando entre 500 a 1.500mm;
- Umidade relativa média do ar em torno de 60%;
- Nebulosidade inferior a 50%;
- Inexistência de inversão térmica (dias muito quentes e noites muito frias);
- Inexistência de alta umidade relativa do ar associada à alta temperatura.

O algodoeiro é planta exigente, quanto à qualidade do solo. Sendo considerados desfavoráveis para o seu cultivo os acentuadamente ácidos ou pobres em nutrientes, excessivamente úmidos ou sujeitos ao encharcamento, rasos ou compactados. O algodão é uma cultura exigente em fertilidade e muito sensível a pH (RICHETTI et al., 2005).

2.1.1.2. Características da Fibra do Algodoeiro

As principais características observáveis em uma cultivar de algodão deve ser: produtividade elevada (2500 a 4.500 kg de algodão em caroço por hectare); porte e conformação da planta, o que condiciona adaptabilidade a diferentes sistemas de produção; alto rendimento de fibras (38 a 41%); as seguintes características tecnológicas medidas em high volume instrument (HVI): finura de 3,9 a 4,2 (LM)^a; resistência acima de 28 gf/tex^b; maturidade acima de 82 %; teor de fibras curtas inferior a 7%; comprimento de fibras acima de 28,5 mm; número de neps^c na fibra inferior a 250; fiabilidade acima de 2.200; alongamento em torno de 7 %. As características extrínsecas devem ser correspondentes aos tipos 21 a 41 (algodões brancos) com refletância (Rd) acima de 70%, grau de amarelecimento (+b) menor que 10,0 e com índice de caramelização ou açúcar inferior a 0,40 % (RICHETTI et al., 2005).

a. Índice Micronaire (miligramas por polegadas).

b. Força em gramas, requerida para romper um feixe de fibras de um tex, que equivale ao peso em gramas de 1.000 (mil) metros de fibras.

c. Pequenos nós de fibras imaturas e mortas.

É exigida também resistência a pragas sugadoras e transmissoras de viroses como pulgões e mosca branca e às principais doenças causadas por vírus (doença azul, vermelhão e mosaico comum), bactérias (bacteriose ou mancha angular), fungos (ramulose, mancha branca – causada por ramulária areola, pinta preta – causada por *Alternaria* ou *stemphylium*, fusariose, verticilose, cercosporiose, antracnose, tombamento, podridão das maçãs) e nematóides (RICHETTI et al., 2005).

A fibra do algodão é, entre as fibras naturais, a mais utilizada pela indústria têxtil nacional e mundial, em razão dos méritos indiscutíveis de suas características físicas, as quais são resultado de um complexo processo biológico desencadeado desde o florescimento até a abertura dos capulhos, durante um período variável entre 50 e 70 dias (SANTANA; WANDERIEY, 1995). A pluma produzida pelo algodoeiro representa, de acordo com Santana (2002), 46% das fibras naturais utilizadas pela indústria têxtil em nível mundial (no Brasil 74%), vindo a seguir a lã com 20%, depois o linho com 6%.

As características tecnológicas da fibra de algodão, apesar de serem condicionadas por fatores hereditários, são influenciadas por fatores externos, alguns economicamente incontroláveis, como as condições climáticas, porém, outros passíveis de controle como a fertilidade do solo, incidência de pragas e doenças e suprimento hídrico (SANTANA et al., 1999).

Hoje em dia, as análises de qualidade tecnológica de fibras de algodão são efetuadas pelo instrumento de alto volume (HVI - High Volume Instruments). De acordo com Zellweger Uster (1995), em 1991 todos os fardos comercializados através de financiamentos pelo USDA (Departamento Norte-Americano de Agricultura) tiveram como pré-requisito o teste de classificação no sistema HVI, que mede as principais características definidas pelo USDA, tanto para o mercado de algodão, quanto para o melhoramento genético, com procedimento padronizado pela norma internacional ASTM D-4605 (FONSECA; SANTANA, 2002). (Dentre as determinações realizadas pelo equipamento destacam-se: índice de micronaire (MIC), comprimento (UHM), uniformidade de comprimento (UNF), índice de fibras curtas (SCI), índice de fiabilidade (SFI), resistência STR), alongamento (ELG), reflectância (Rd) e grau de amarelo (+b), assim como impurezas; há ainda o módulo NIR (Near infrared), utilizado na avaliação da maturidade e do teor de açúcar reduzido presente no algodão.

Para melhor interpretação dos resultados fornecidos pelo HVI, Fonseca e Santana (2002) e Santana (2002), definem tais propriedades da seguinte maneira:

O micronaire (MIC) - é um índice através do qual se verifica o comportamento e resistência ao ar de uma massa fibrosa definida em fluxo de ar a uma pressão constante. A escala foi originalmente concebida utilizando-se da densidade linear massa/comprimento, entendida como indicador da finura gravimétrica ($\mu\text{g.in}^{-1}$). O MIC constitui um critério de seleção na produção de fios, pois com o valor do micronaire é possível avaliar com grande precisão a massa da fibra que comporá a seção transversal do fio, o que influi diretamente em sua resistência. Fibras de baixo MIC normalmente causam "neps" no fio e no tecido, bem como variações no tingimento. A classificação para o MIC é a seguinte: muito fina ($< 3,0$), fina ($3,0$ a $3,9$), média ($4,0$ a $4,9$), grossa ($5,0$ a $5,9$) e muito grossa ($> 6,0 \mu\text{g.in}^{-1}$).

A resistência (STR) das fibras (gf.tex^{-1}) - é definida pela parede secundária, ou seja, pela quantidade de celulose depositada no interior da fibra. Segundo a norma da ASMT D 1445, trata-se da resistência específica à ruptura de um feixe fibroso, calculando-se a finura das fibras individuais (tex) a partir do valor do MIC. Os valores são obtidos a uma taxa de deformação constante e podem ser avaliados segundo a seguinte classificação: muito baixa (< 20), baixa (21 a 23), média (24 a 26), elevada (27 a 29) e muito elevada ($> 30 \text{gf.tex}^{-1}$).

O alongamento (ELG) - permite avaliar o comportamento elástico de um material têxtil quando submetido a um esforço de tração, proporcionando uma ideia sobre a fiabilidade esperada e sobre as possibilidades de tratamento posteriores. No HVI, o valor de referência para Elg é $1/8$ de polegada, correspondendo a 100%; por conseguinte, $0,00125$ polegadas ou $0,032$ mm correspondem a 1% de alongamento. O parâmetro obtido é a dimensão da dilatação de ruptura, podendo ser escalonado da seguinte forma: muito frágil ($< 5,0$), frágil ($5,0$ a $5,8$), regular ($5,9$ a $6,7$), elevado ($6,8$ a $7,6$) e muito elevado ($> 7,6 \%$).

Comprimento (UHM) ou (SL) a 2,5% e a 50% SL - representa o comprimento médio que atinge respectivamente 2,5 e 50% das fibras de uma amostra selecionadas ao acaso. A classificação do comprimento médio é a seguinte: curto ($< 25,15$), regular ($25,16$ a $27,94$), longo ($27,94$ a 32) e, muito longo ($> 32,0$ mm). Quanto maior o comprimento efetivo das fibras, mantidas as demais características, fios mais finos podem ser produzidos, já que necessitam de um número menor de torções para se obter fios de boa resistência.

O índice de uniformidade de comprimento (UNF) - corresponde à relação de valores de comprimento médio (Mean Length) e comprimento médio da metade superior

das fibras da amostra (Upper HalfMean Length). É uma indicação da dispersão de comprimento das fibras dentro da totalidade da amostra. Quanto maior este índice, menores as perdas nos processos de fiação. Os resultados para este índice podem ser interpretados segundo a seguinte classificação: muito baixo ou muito irregular (< 77), baixo (77 a 79), regular (80 a 82), elevado (83 a 85) e muito elevado ou muito homogêneo ($> 85\%$).

O índice de fibras curtas (SFI) - é a proporção percentual (em peso) de fibras curtas (comprimento inferior a 12,5mm) das fibras contidas na amostra. A classificação para o SFI é a seguinte: muito baixo ($< 6,0$), baixo (6,0 a 9,0), regular (10a 13), elevado (14 a 17) e muito elevado ($> 17\%$).

A reflectância (Rd) - é a quantidade de luz refletida pela amostra. É medida sobre uma escala preta e branca, que varia de 0 a 100 unidades de Rd. A fibra de algodão varia de 40 a 85 Rd; quanto mais branco for o algodão maior será o grau de reflexão (Rd).

O grau de amarelo (+b) - se determinado com a ajuda de um filtro amarelo, indica o amarelecimento da fibra. A faixa para a fibra do algodão varia entre 4 e 18; quanto maior for o valor de +b, maior o amarelecimento da fibra.

A maturidade (MAT) é uma propriedade física da fibra muito importante, já que existe relação direta entre a maturidade e o potencial gerador de "neps" (HAMBY, 1966, citado por FONSECA e SANTANA, 2002). Esta característica é definida segundo a espessura da parede celular ou a superfície anelar transversal da fibra, onde são depositados anéis concêntricos de celulose a uma taxa média de um anel por dia. O grau de maturidade (MAT) representa a comparação da maturidade da amostra ensaiada em relação a uma fibra totalmente madura. A interpretação dos resultados de MAT é feita através das seguintes classes: algodão muito maduro (1,00), superior ao médio (0,95 a 1,00), maduro (0,85 a 0,95), inferior ao médio (0,80 a 0,85), imaturo (0,70 a 0,80) e inadequado ($< 0,70$).

De acordo com Rodrigues (2003), o Brasil já possui o maior parque têxtil da América Latina e, desde muito tempo, utiliza tecnologia de ponta nas indústrias de fiação. Segundo Santana et al., (1999), a indústria têxtil nacional exige fibras médias, longas e extralongas, cada vez mais finas e resistentes para que possam ser fiadas nos rotores de alta velocidade, nas fiações modernas. Conforme Freire et al. (1997), as novas cultivares de algodão devem apresentar finuras em índice de micronaire na faixa de 3,4 a 4,2 $\mu\text{g}\cdot\text{in}^{-1}$ e resistência em HVI superior a 24 $\text{gf}\cdot\text{tex}^{-1}$. Conforme Ferreira e Freire (1999) as exigências da indústria têxtil nacional (demanda estimada em 80%). Para

características determinadas em HVI, são: resistência de 28 $\mu\text{g.in}^{-1}$, comprimento de fibra de 28 mm, uniformidade 45%, índice de fibras curtas 12%, grau de maturidade 0,9, micronaire 3,6-4,2, e alongamento de 7.

2.1.1.3. Importância da Cotonicultura

No mercado mundial de algodão o Brasil sempre desempenhou papel de grande produtor/exportador. Entretanto, a abertura do mercado ao produto importado com baixas taxas de juros anuais e, em função das adversidades climáticas, juntamente com problemas fitossanitários, no decorrer das últimas décadas, fez o país passar para a condição de grande importador de pluma (BARROS; SANTOS, 1997).

Nas projeções sistematizadas para o agronegócio brasileiro e mundial, verifica-se um crescimento para a produção e o consumo de algodão a uma taxa anual de 1,5%, com previsão mundial para atingir 23,1 milhões de toneladas no ano de 2010 e, Para a safra de 2015/2016, projeta-se uma área cultivada na ordem de 37,453 milhões de hectares, somente com o algodoeiro, enquanto a produção mundial deverá chegar a 28,774 milhões de toneladas. Este estudo teve como base dados da Organização para a Agricultura e a Alimentação - FAO, da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico - OCDE e do Instituto de Pesquisa em Política de Agricultura e Alimentação- FAPRI (RAMOS, 2007).

A expectativa de retomada do crescimento da cotonicultura brasileira tem ocorrido a partir do processo de modernização das explorações, aumentando sua competitividade e, conseqüente aumento significativo do volume de produção. O processo produtivo tem sido direcionado para as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Minas Gerais, especialmente para as áreas planas e irrigáveis destas regiões. Que além de possuírem grande potencial para crescimento da cotonicultura produzem algodão de boa qualidade (CASSUCE, 2006).

A expressividade da recuperação da cotonicultura brasileira fica evidenciada com o aumento do rendimento médio do algodão em caroço que, segundo dados do IBGE (2007) passaram de 1.424 kg.ha^{-1} em 1997/98 para 3.751 em 2003/04, 3.304 em 2004/2005 (uma pequena queda devido a problemas climáticos) e 3.415 kg.ha^{-1} em 2005/2006. Com esses recordes de produção e produtividade alcançados, nos anos de 2004 e 2005, o Brasil se tornou o quinto maior produtor mundial ficando atrás apenas da China, Estado Unidos, Índia e Paquistão. Sua produtividade é a terceira maior do mundo,

sendo superado apenas pela Austrália e pela Turquia dentre os grandes produtores, que produzem de 90 a 100% do algodão em áreas irrigadas. Cerca de 60% do algodão no mundo são cultivados em condições irrigadas.

Apesar de ter havido redução da área com o algodoeiro, em décadas anteriores, no Nordeste brasileiro, esta região possui potencialidade de expansão com a cultura em várias áreas, tais como a produção irrigada via agricultura familiar com maior nível tecnológico, irrigação em áreas potenciais exploradas por grandes grupos empresariais e a exploração na região dos Cerrados do Piauí, Maranhão e Bahia (EMBRAPA, 2002).

Para a região semiárida 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 da região semiárida, para se ter uma cotonicultura economicamente sustentável e produtiva torna-se imprescindível o uso da irrigação.

2.1.1.4. Algodão Colorido

O algodão com fibras naturalmente coloridos já existe há cerca de 5.000 anos, provavelmente nativo de uma ampla dispersão geográfica que engloba o Egito, Paquistão, China e Américas Central, do Norte e do Sul (VREELAND JUNIOR, 1993).

Os algodões de fibras coloridos, mesmo sendo tão antigos 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 por dispensar a necessidade de coloração artificial, e valor comercial superior obtido pelos produtores, em relação à fibra branca convencional, têm-se dado ênfase à pesquisa e exploração do algodão de fibras coloridos, no intuito de se obter cultivares produtiva e com boas características de fibras, (CARVALHO; SANTOS, 2003).

Assim, características desejáveis da fibra como comprimento, uniformidade, finura, resistência e manutenção da cor, entre outras, passaram a ser objeto de melhoramento genético nos últimos dez anos, inclusive no Brasil pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (SANTANA et al., 1997).

2.1.1.5. Necessidades Hídricas do Algodoeiro

A água é fator fundamental na produção vegetal e sua falta ou excesso afeta de forma decisiva o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, por isso, seu manejo racional é um imperativo na maximização da produção agrícola (REICHARDT, 1987).

Mais de 60% da área mundial cultivada com o algodoeiro são irrigadas (WADDLE, 1984). Em nível mundial, entre todas as culturas o algodoeiro ocupa 7% de toda a área irrigada (WORLD BANK, 1990). Isto devido à importância do seu produto principal, a fibra, matéria prima para vestimenta de aproximadamente 50% da humanidade (BARRETO et al., 1994).

A cultura do algodoeiro é eminentemente de clima tropical e subtropical, cultivada na maioria das regiões de clima quente, sendo os maiores produtores mundiais: China, Estados Unidos da América do norte, Índia, Paquistão, Brasil, União Soviética Turquia, Egito, México e Sudão (SANTOS et al., 1992).

Na região Nordeste a cotonicultura sempre foi explorada na dependência de precipitação pluvial caracterizando-se como uma atividade de risco, devido à má distribuição e irregularidade das chuvas. Apesar de ser uma cultura relativamente resistente à seca, seu rendimento pode ser sensivelmente reduzido quando déficits severos de água no solo são estabelecidos (KRANTZ et al., 1976).

Como as demais culturas, o algodoeiro herbáceo para desenvolver-se, crescer e produzir satisfatoriamente necessita de suprimento hídrico diferenciado nas suas fases fenológicas e de manejo compatível com a sua capacidade de absorção e retirada de água do solo pelas raízes (BARRETO et al., 1994).

O consumo hídrico do algodoeiro durante o seu ciclo varia em função da cultivar, das práticas culturais, da disponibilidade de umidade no solo e da demanda atmosférica, exibindo considerável variação para diferentes regiões (GRIMES; EL-ZIK, 1990). Para cultivares de ciclo superior a 140 dias e dependendo do clima, o algodoeiro necessita de 700 mm a 1300 mm de água para atender às suas necessidades hídricas (DOORENBOS; KASSAM, 1994). Oliveira (1976) para meses caracterizados como frios e quente-secos, no semiárido brasileiro obteve, respectivamente, uma variação no consumo entre 588 e 686 mm no ciclo da cultura. Azevedo et al. (1991) determinaram o consumo total de uma cultivar de fibra branca (CNPA Precoce 1) e de ciclo curto para região semi-árida do Estado da Paraíba da ordem de 440 mm. Para cultivar de ciclo médio (CNPA 6H) no

semiárido do Estado do Rio Grande do Norte, Bezerra et al. (1994) observaram consumo de água pelas plantas de 616,5 mm.

Considerando cultivo em ambiente salino, Siqueira, (2003), em ambiente protegido, trabalhando com algodoeiro colorido submetido a diferentes níveis de salinidade constatou uma redução consumo hídrico em função do aumento salinidade na água de irrigação. Medeiros (1996) também verificou esse mesmo comportamento com o algodoeiro de fibra branca, uma diminuição no consumo de água pelas plantas com o aumento da salinidade na água de irrigação. 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).

De modo geral, o consumo hídrico do algodoeiro durante o ciclo total varia entre 450 mm e 750 mm para região semiárida do Nordeste (AMORIM NETO e BELTRÃO, 1992). O manejo da irrigação deve ser efetuado de forma a proporcionar à cultura condições de disponibilidade hídrica adequada em quantidade e frequência, ou seja, o quanto e quando deve ser aplicado de água, evitando o excesso ou a escassez de umidade.

Quanto a suspensão das irrigações, Oliveira et al. (1992), estudando o efeito da supressão de irrigação no algodão herbáceo de ciclo precoce, observaram que os melhores rendimento foram obtidos quando as irrigações foram suspensas entre 80 e 110 dias após a sementeira, não havendo entretanto diferenças significativas nos resultados, evidenciando que interromper as irrigações quando a cultura estiver com os frutos maduros, favorece a antecipação da abertura das maçãs, sem comprometer o rendimento da cultura.

Os aspectos agronômicos básicos necessários ao planejamento da irrigação se resumem em duas questões: 1) determinação da quantidade de água útil admitida pelo solo; 2) determinação das necessidades hídricas das plantas, indispensáveis para o pleno crescimento e desenvolvimento da cultura. A primeira depende das características físicas e hídricas do solo, bem como, do tipo de cultura a implantar. A segunda, por sua vez, depende da cultura e das condições climáticas da região (BEZERRA et al., 1999).

Uma das maneiras de se determinar quando e quanto se deve aplicar certa quantidade de água é a partir do conhecimento da quantidade consumida pelas plantas. Neste caso, determina-se a evapotranspiração da cultura de referência bem como seu

coeficiente de cultivo. Assim o valor da evapotranspiração real da cultura é estimado pela expressão:

$$ETR = ETo \cdot Kc \dots\dots\dots(eq. 01)$$

onde:

ETr = evapotranspiração real, em mm,

ETo = evapotranspiração de referência, em mm

Kc = coeficiente de cultivo (adimensional).

Quanto ao valor da ETo, este pode ser estimado a partir de equações empíricas e/ou a partir da evaporação medida por meio do tanque classe “A”.

O coeficiente de Cultivo (Kc) está condicionado, principalmente, pelo tipo e estágio de desenvolvimento da cultura, condições climáticas e, especialmente durante a fase inicial de crescimento do cultivo, pela frequência de irrigação ou chuvas significativas (DOORENBOS; PRUITT, 1997).

Nesta metodologia, o ciclo da cultura é dividido em 4 fases, assim distribuídas:

FASE I: Compreende o período que vai da germinação até 10 % de cobertura efetiva do solo;

FASE II: Corresponde à fase de crescimento vegetativo. Vai de 10 % de cobertura do solo até o início da floração;

FASE III: Compreende o período do início da floração até o início da maturação;

FASE IV: Vai do início da maturação até a abertura de 10 % das maçãs.

Considerando as fases do ciclo fenológico recomendadas pela FAO, Bezerra et al. (1992) obtiveram os coeficientes de cultura para cultivar de algodoeiro de ciclo curto, no semi-árido paraibano, descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Coeficientes de cultura para o algodoeiro de ciclo curto, para as diferentes fase fenológicas, estimado pelos métodos de Penman modificado pela FAO (KcPNF), Tanque Classe “A” (KcCA), Penman (KcPN) e Hargreaves (KcH).

Fases	Dias	KcPNF	KcCA	KcPN	KcH
I	15	0,76	0,48	0,66	0,53
II	20	0,95	0,67	0,83	0,69
III	41	1,09	0,71	0,94	0,93
IV	16	0,88	0,61	0,76	0,67

Fonte: Bezerra et al. (1992).

Azevedo et al. (1993) obtiveram, também, no semi-árido do Estado da Paraíba, coeficientes semanais para uma cultivar de algodoeiro de ciclo curto (100 a 120 dias), descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Coeficientes de cultura semanal para o algodoeiro de ciclo curto, estimado pelos métodos de Penman (K_{cPE}) e Tanque Classe “A” (K_{cCA}).

Semana	K_{cPE}	K_{cCA}
01	0,48	0,41
02	0,63	0,54
03	0,75	0,66
04	0,80	0,73
05	0,89	0,79
06	0,91	0,82
07	0,96	0,84
08	0,96	0,86
09	1,08	0,94
10	1,08	0,89
11	0,88	0,78
12	0,84	0,73
13	0,70	0,61

Fonte: Azevedo et al. (1993).

Quanto à forma de se efetuar a irrigação na cultura do algodoeiro, esta pode ser feita pelos mais diversos métodos e sistemas de irrigação, entre eles o sistema de irrigação localizada, mais precisamente Gotejamento. Neste sistema de irrigação a água é conduzida sob pressão por tubulações e por meio de emissores, é aplicada ao solo próximo ao sistema radicular das plantas, sem necessidade de molhar toda a superfície do terreno (GOMES, 1999). A água é aplicada com pequena intensidade que varia, normalmente, de 1 a 10 L.h⁻¹ e com uma alta frequência que, de maneira geral, varia de 1 a 4 dias. Deste modo, há manutenção de um bulbo molhado na zona do sistema radicular, mantendo o conteúdo de umidade no solo próximo à capacidade de campo.

Este sistema pode ser usado em solo de qualquer textura, com relevo desuniforme e altas declividades. Com relação ao consumo, é o sistema que permite a utilização de menor volume de água, em virtude de maior eficiência de irrigação. Em relação à qualidade da água utilizada, este sistema permite o uso de água com um conteúdo elevado de sais, pois mantém um bulbo molhado constante proporcionando, assim, a acumulação e concentração dos sais na periferia deste bulbo, distanciando os sais do sistema radicular da cultura. Considerando-se as características do sistema, este método poderá facilitar as adubações por meio da fertirrigação, bem como, nos tratos fitossanitários e no controle de plantas espontâneas.

A escolha correta do sistema de irrigação depende do ponto de vista da irrigação em si, da taxa de infiltração, topografia, tipo de cultura, economia de água e outros. Além disso, se for usada irrigação com água salina, tanto a concentração total dos sais deve ser levada em consideração quanto às espécies de sais e suas concentrações específicas. Por exemplo, conforme referência anterior, não se pode irrigar por aspersão tradicional com águas contendo concentrações de Cl^- e Na^+ de 3 e 4 $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$, respectivamente, sob pena de queima das folhas; água contendo carbonatos em excesso pode causar manchas nas folhas e frutos quando aplicada por aspersão sobre a copa. Nestes casos, sistemas como a microaspersão sob copa ou o gotejamento seriam os mais indicados.

Por outro lado, quando a concentração total de sais na água de irrigação é elevada, os sistemas tradicionais de irrigação por superfície e por aspersão podem não ser aconselháveis, pois, as concentrações de sais aumentam entre uma irrigação e outra, sendo que neste caso, devem-se utilizar sistemas de alta frequência de aplicação, como o gotejamento (FERREIRA et al., 2005).

2.2. QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

A água é essencial para os seres vivos e fator de fundamental importância para a produção de alimentos, especialmente sob condições irrigadas. A prática da irrigação, em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semiárido brasileiro, onde ocorre déficit hídrico para as plantas devido à alta taxa de evapotranspiração, que excede a taxa de precipitação durante a maior parte do ano (GHEYI et al., 1997).

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, topografia, organismos vivos 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 (SANTOS, 2000).

Segundo Richards (1954), embora a principal fonte de todos os sais encontrado no solo seja a intemperização das rochas, raros são os exemplos onde esta fonte tenha provocado, diretamente, problemas de salinidade do solo. Frequentemente, problemas de salinidade têm sido associados com a água de irrigação e com a presença de lençol freático elevado e não controlado. Entretanto, os ventos, as chuvas e as inundações das águas do mar têm, também, provocando problemas de salinidade em várias partes do mundo (VAN ALPHEN; VERHOEVEN, 1983).

A água atua também como veículo de transporte de nutrientes minerais e produtos orgânicos da fotossíntese, absorvidos do solo e conduzidos para as plantas através da contínua demanda evapotranspirativa, com destino à atmosfera (REICHARDT, 1993).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água; no entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado, em geral as fontes de água, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização; esta situação, todavia, está se alterando em muitos lugares (AYERS; WESTCOT, 1999).

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 semiárido 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).

A agricultura irrigada, em muitas situações, é a única maneira de se garantir a produção de alimentos, em bases sustentáveis e com segurança, mesmo em períodos de escassez de chuvas. Ademais, apesar de representar apenas cerca de 18% das terras cultivadas, as áreas irrigadas respondem por mais de 40 % da produção mundial de alimentos. Fato este que torna o uso da irrigação imperativo no mundo inteiro.

De acordo com Ayers e Westcot (1999), a qualidade da água para irrigação está relacionada com os seus efeitos prejudiciais ao solo e às culturas, requerendo, muitas vezes, técnicas especiais de manejo para compensar eventuais problemas associados com o seu uso (Tabela 3). Uma mesma água pode ser considerada adequada para 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. O efeito da salinidade é de natureza osmótica, devido ao aumento de energia que as plantas precisam desprender para absorver água do solo e ao ajustamento bioquímico necessário para sobreviver sob estresse salino, 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. (RHOADES et al., 2000).

Como se pode verificar na Tabela 3, 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 (TDS), relação de adsorção de sódio (RAS) e a porcentagem de sódio trocável (PST). Estudos realizados por Leprun (1983), Costa e 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 expressa indiretamente a concentração total de sais solúveis. Dentre as diversas proposições para classificação da água de irrigação, as de Richards (1954) e Ayers e Westcot (1999) são as mais citadas.

Tabela 3. Diretrizes de análise da água de irrigação, segundo Ayers e Westcot (1999).

Problemas e constituintes	Unidade	Grau de restrição ao uso		
<u>Salinidade</u>				
CE da água de irrigação = CEai	dS.m ⁻¹	Nenhuma	Moderada	Severa
TDS = Total de sais dissolvidos	mg.L ⁻¹	< 0,7	0,7 a 3,0	> 3,0
<u>Capacidade de infiltração</u>				
RAS = 0 a 3 e CEai		≥ 0,7	0,7 a 0,2	< 0,2
RAS = 3 a 6 e CEai		≥ 1,2	1,2 a 0,3	< 0,3
RAS = 6 a 12 e CEai		≥ 1,9	1,9 a 0,5	< 0,5
RAS = 12 a 40 e CEai		≥ 2,9	2,9 a 1,3	< 1,3
RAS = > 40 e CEai		≥ 5,0	5,0 a 2,9	< 2,9
<u>Toxicidade</u>				
Sódio (Na ⁺):				

Irrigação por superfície	RAS	< 4,0	4,0 a 10	> 10
Irrigação por aspersão	mmol _{c.} L ⁻¹	< 3,0	> 3,0	
Cloro (Cl ⁻):				
Irrigação por superfície	mmol _{c.} L ⁻¹			
Irrigação por aspersão	mmol _{c.} L ⁻¹			
Boro	mmol _{c.} L ⁻¹	0,7	0,7 a 3,0	> 3,0
Miscelâneos				
Nitrogênio (NO ₃ - N)	mmol _{c.} L ⁻¹	5,0	5,0 a 30	> 30
Bicarbonatos (HCO ₃) – Irrig. p/ Aspersão	mmol _{c.} L ⁻¹	< 1,5		> 8,5
pH		amplitude normal de 6,5 a 8,4		

2.3. 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 solúvel em água é 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, provocando problema de salinidade em várias partes do mundo (VAN ALPHEN; VERHOEVEN, 1983).

Os solos salinos se desenvolvem em conseqüência do acúmulo gradativo de sais. Os sais mais freqüentemente encontrados nesses solos são formados pelos cátions de Ca²⁺, Mg²⁺ e Na⁺ e pelos ânions de Cl⁻ e SO₄⁼. Com menos freqüência, nesses solos encontra-se outros íons como K⁺, CO₃⁼ e HCO₃⁻.

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 semiáridas, 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).

2.3.1. 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).

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 excesso 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. De acordo com Pasternak et al. (1979) a salinidade moderada pode aumentar o rendimento de algodão, elevar a concentração de sólidos solúveis totais em tomates, e aumentar a tolerância dos citros a geadas (RUSH; EPSTEIN, 1981; SYLVERSTSEN; YELENOSKY, 1988).

2.3.2. 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 a 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 maiores 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), Maas e Hoffman (1980) classificaram o algodoeiro de fibra branca como tolerante aos sais. Por outro lado, Ribeiro (1982) afirma que a salinidade do solo pode reduzir o crescimento do algodoeiro de fibra branca, 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 o tipo de cultivar utilizado.

Medeiros (1996) observou decréscimo tanto na altura da planta como na área foliar do algodoeiro de fibra branca, 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.

2.3.3. Salinidade e Toxicidade

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 em que a necrose se intensifica, espalha-se progressivamente na área internervural 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.

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

2.3.4. Efeitos da Salinidade sobre Algodoeiro

Para Ayers e Westcot (1999), algumas culturas 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 os limites de tolerância relativa à salinidade das culturas.

A capacidade de adaptação das plantas a salinidade 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.

De acordo com Ashraf e Ahmad (2000), o desempenho da produção do algodoeiro de fibras brancas 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 e Hoffman (1977) observaram que essa cultura é capaz de expressar todo seu potencial produtivo, com um valor de salinidade limiar de $7,7 \text{ dS.m}^{-1}$ 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.

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 este 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 efeito do 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 e 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 e Bem-Asher (1987), o maior desequilíbrio causado pelo NaCl na absorção de nutrientes pelas raízes do algodoeiro, decorre da

competição Na^+ e K^+ , com efeitos indiretos na absorção de 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 de fibra branca. Nunes Filho (1993), Oliveira et al. (1998), Nawar et al. (1998) e Jácome (1999) obtiveram respostas lineares desta variável, observando-se uma redução na altura quando houve um incremento na concentração de sais. Em trabalho realizado por Silva (1981), observaram-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 de 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 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).

A redução na área foliar provoca redução no número de estômatos, com a conseqüente redução no processo de transferência de vapor de água da planta para a atmosfera (transpiração). A redução neste processo, provavelmente, decorrente de um processo fisiológico de defesa das plantas, acarreta menor absorção de água e nutrientes pelas plantas, reduzindo o crescimento e desenvolvimento da cultura. Em solos salinos, o potencial osmótico é o principal fator de diminuição da superfície fotossintetizadora (JÁCOME, 1999).

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) constatou o efeito do nível de salinidade sobre o número de capulhos produzidos por cultivares de algodoeiro de fibra branca (CNPA Precoce 1,

CNPA Precoce 2, CNPA 7H, CNPA Al.93/15, Embrapa 113-Al.7MH e Embrapa 112-Al.6M), verificando que o aumento no teor de sais solúveis no solo provocou redução no número de capulhos em todas as cultivares.

Jácome (1999) analisando o peso dos capulhos observou que, isoladamente, esta variável não foi afetada pelos níveis de salinidade, 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 e 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 por planta do algodoeiro, obteve resultados significativos 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%, entretanto, com relação ao efeito do sódio trocável sobre o rendimento do algodoeiro, o mesmo autor, verificou que a partir do valor de PST de 27,8% ocorrera decréscimo acentuado com o incremento na percentagem de sódio trocável, embora o algodoeiro seja considerado tolerante ao sódio.

Sobre a 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; NAWAR et al., 1998; OLIVEIRA et al., 1998; ASHRAF; AHMAD, 2000; SIQUEIRA, 2003). No trabalho realizado por Jácome (1999) foi mantida esta tendência, porém verificando os resultados obtidos, observa-se que houve uma queda mais acentuada no rendimento a partir de CEes de 8 dS.m^{-1} , ou seja, praticamente a partir da salinidade limiar ($7,7 \text{ dS.m}^{-1}$) estabelecida por Mass e Hoffman (1977) para o algodoeiro.

Quanto à influência da salinidade sobre as características da fibra, de acordo com Bernstein (1961), o efeito da salinidade sobre a qualidade da mesma, é muito pequeno. Entretanto, em vários trabalhos têm-se verificado o efeito danoso da salinidade sobre a fibra do algodoeiro. Em alguns casos a percentagem de fibra tende a aumentar com o aumento dos níveis de sais, o comprimento e a resistência da fibra tende a diminuir enquanto que a finura é muito pouco afetada. Jácome (1999) constatou efeito significativo da salinidade sobre a percentagem de fibra da cultivar Embrapa 112-Al.6M. Choudhary et al. (2001) observaram que o aumento do sódio trocável não afetou a resistência da fibra, entretanto, afetou o seu comprimento.

Para Oliveira et al. (1998), o efeito da salinidade afetou o comprimento e a uniformidade de fibra nos tratamentos com maior concentração de sais. A maturidade e a finura foram afetadas a partir de níveis mais baixos de salinidade e a resistência não foi afetada (Figura 12). Para Nawar et al. (1998), a maior concentração de sais afetou a porcentagem e a maturidade da fibra.

O efeito do sódio trocável também afeta as características tecnológicas da fibra. Choudhary et al. (2001), observaram que o aumento da concentração de sódio não afetou a resistência da fibra, O sódio afetou o comprimento da fibra do algodão e o efeito do sódio na maturidade de algodoeiro foi significativo para duas cultivares não mostrando efeito para outras duas.

2.4. Matéria Orgânica do Solo: Dinâmica e função

Há uma aceitação geral de que a matéria orgânica aumenta a fertilidade do solo por sua capacidade de fornecer nutrientes para as plantas, especialmente o nitrogênio. Na realidade, a matéria orgânica é a maior fonte de cargas negativas, sendo responsável tanto pela retenção quanto pela liberação de nutrientes para a solução do solo, especialmente o nitrogênio, o fósforo e enxofre, através do processo de mineralização (SANTOS; MURAOKA, 1997).

Em solos tropicais e subtropicais a matéria orgânica tem grande importância para o fornecimento de nutrientes às culturas, retenção de cátions, a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, a estabilidade da estrutura, a infiltração e retenção de água, aeração, e a atividade e biomassa microbiana constituindo-se, assim, um componente fundamental da sua capacidade produtiva. (BAYER; MIELNICZUCK, 1999). A decomposição da matéria orgânica, sob inundação, apresenta entre os produtos finais o dióxido de carbono e o hidrogênio que promovem o abaixamento do pH em solos sódicos e calcários. A adição de esterco ou materiais verdes apresenta dois efeitos que ajudam na recuperação de solos salinos e sódicos, que são o de melhorar a estrutura e a permeabilidade do solo e o de liberar gás carbônico que aumenta a solubilidade de cálcio no solo (SANTOS, 2000).

A utilização de plantas tolerantes a sais ainda constitui a solução mais viável econômica e ecologicamente como prática de convivência com o problema da salinidade (OLIVEIRA, 1988). Para Boquet e Breintebeck (1998) e Silva (2003), a utilização de materiais orgânicos constitui-se em uma maneira rápida e econômica de incrementar o

nível de matéria orgânica do solo; nos estudos daqueles autores a produtividade do algodão foi aumentada com aplicação de materiais orgânicos que incrementaram os teores de fósforo, potássio, cálcio e a quantidade de nitrogênio. Além disso, foram melhoradas as capacidades de armazenamento e de infiltração de água.

Silva (2003), em experimento com algodoeiro colorido sob cultivo orgânico em condições de sequeiro, verificou que houve incremento no rendimento da cultura em função da adubação orgânica e quando ocorreu regularidade pluviométrica, a aplicação do adubo ao lado das sementes foi mais eficiente, alcançando o máximo rendimento com aproximadamente 30 ton.ha⁻¹ de esterco bovino.

2.5. ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE PLANTAS

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 podem-se estimar índices fisiológicos, tais como, Índice de área foliar (IAF), 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 vegetal corresponde à medida seqüencial da acumulação de matéria orgânica e, sua determinação é feita normalmente considerando a fitomassa da planta ou grupo de plantas. As plantas tomadas como amostra, a cada tempo, devem representar a população em estudo, a fim de serem utilizadas técnicas estatísticas apropriadas; além das determinações de peso da matéria seca, a área foliar é também calculada (MAGALHÃES, 1979). A grande dificuldade de utilização da análise clássica é que 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).

É possível de se obter análise de crescimento das plantas por meio da chamada “análise não destrutiva”, fundamentada na possibilidade dos vegetais serem mensurados durante todo o ciclo biológico. Dependendo do ciclo da cultura, se curto ou longo, divide-se em intervalos de tempo iguais entre si, de modo que pelo menos cinco a sete medidas sejam tomadas em um grupo de plantas, por unidade experimental. 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).

No caso do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), com cultivares precoces e de curto período de floração, cujo ciclo nas condições edafoclimáticas da região Nordeste brasileira demora em média de 90 a 115 dias do plantio à primeira colheita, o período de tempo entre as mensurações deve ser de 15 a 20 dias (BELTRÃO, 2001).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do Experimento

O experimento foi conduzido no período de agosto a dezembro de 2006, em uma área de 50 m x 25 m, no Campo Experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa - Algodão), localizada no município de Barbalha – CE, Latitude: 07°19’S; Longitude: 39°18’W; e Altitude: 414 m, microrregião do vale do Cariri cearense, distante 503 km de Fortaleza (Figura 1), (CONTESTADO, 2006). De acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955), o clima da região de Barbalha – CE é do tipo *CIS2A’a’*, ou seja, seco sub-úmido, com pequeno excesso hídrico no inverno, megatérmico, e com vegetação durante todo o ano. De acordo com os dados do INMET (1992), as normais climatológicas para esse município no período de 1961-1990 estão descritos na Tabela 4.

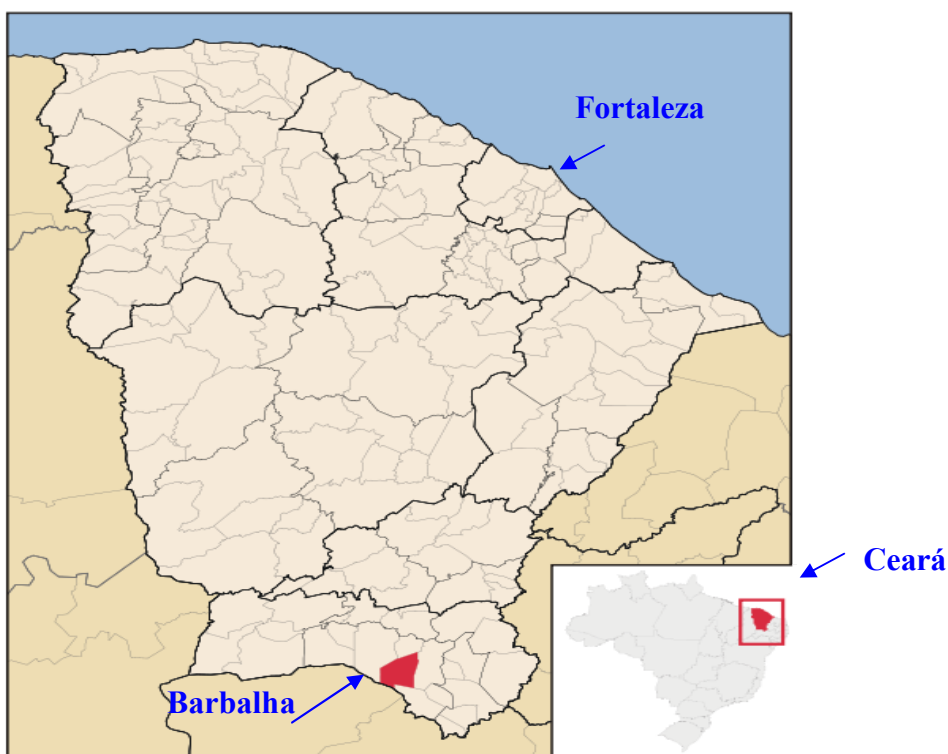


Figura 1. Localização do Município de Barbalha-CE.
Fonte: CONTESTADO, (2006).

Tabela 4. Valores médios mensais das normais climatológicas, pressão atmosférica (hPa); temperatura média (°C); temperatura máxima média (°C); temperatura mínima média (°C); precipitação média (mm); evaporação média (mm); umidade relativa do ar média (%); insolação total (h) e nebulosidade do Município de Barbalha, CE. 1961-1990.

Variáveis Meteorológicas

Mês	Pres	Tmin	Tmed	Tmax	Prec	Evap	Ins	UR	Neb
Jan	963.8	21.2	25.5	32.1	175.2	60.0	216.4	68.0	7.0
Fev	964.3	21.1	24.8	30.9	191.4	124.3	191.9	74.0	7.0
Mar	964.4	20.9	24.5	30.3	234.3	107.7	198.4	80.0	6.0
Abr	964.9	21.2	24.5	30.1	209.8	100.5	206.1	79.0	6.0
Mai	965.9	20.6	24.1	30.0	48.1	145.8	224.9	73.0	8.0
Jun	967.4	19.3	23.8	28.4	20.8	161.3	240.0	67.0	5.0
Jul	968.4	19.1	23.8	29.9	11.5	224.8	252.4	61.0	7.0
Ago	967.3	18.1	24.9	31.7	5.6	268.7	281.8	53.0	3.0
Set	966.2	20.1	26.2	33.3	5.2	292.8	276.4	49.0	4.0
Out	963.8	21.1	26.7	34.1	2.5	262.9	268.9	51.0	5.0
Nov	963.8	21.8	26.8	33.9	4.8	223.7	256.4	53.0	5.0
Dez	963.8	21.7	26.3	33.1	92.2	216.1	234.4	55.0	6.0
Soma					1001.4	2288.6	2848.0		
Média	965.4	20.5	25.2	31.5				83.6	5.8

Fonte: Brasil (1992).

3.2. Genótipo de algodoeiro estudado

A cultura pesquisada foi o Algodão Herbáceo (*Gossypium hirsutum L. r. latifolium Hutch.*). Foi utilizada a linhagem de algodoeiro herbáceo CNPA 2002/26, destacando-se por produzir fibras de coloração marrom escura uniforme, de caráter dominante (FREIRE, 1999) e o gene "cluster" de natureza recessiva (PERCY; KOHEL, 1999), que confere a presença de ramos frutíferos (simpodiais) curtos (Figura 2).

Foto: Eliezer da Cunha Siqueira, 2006



Figura 2. Aspecto geral do genótipo CNPA2002/26, cluster marrom escuro.

3.3. Delineamento Experimental e Tratamentos

Os tratamentos consistiram de 02 tipos de água de irrigação em termos de salinidade (condutividade elétrica), denominadas de A_1 = baixa salinidade ($CEa = 0,34 \text{ dS m}^{-1}$ a 25°C , água da Estação Experimental, classificada no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG – Tabela 4) e A_2 = alta salinidade ($CEa = 6,5 \text{ dS m}^{-1}$ a 25°C → A_1 acrescida de cloreto de sódio, na forma de sal comum); e 05 diferentes quantidades de matéria orgânica (esterco bovino), denominadas: $D_0 = 0 \text{ ton.ha}^{-1}$; $D_1 = 08 \text{ ton.ha}^{-1}$; $D_2 = 16 \text{ ton.ha}^{-1}$, $D_3 = 24 \text{ ton.ha}^{-1}$ e $D_4 = 32 \text{ ton.ha}^{-1}$ (Tabela 5).

Tabela 5. Composição dos tratamentos

	D₀	D₁	D₂	D₃	D₄
A₁	A₁ D₀	A₁ D₁	A₁ D₂	A₁ D₃	A₁ D₄
A₂	A₂ D₀	A₂ D₁	A₂ D₂	A₂ D₃	A₂ D₄

Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados, sendo 10 tratamentos com 4 repetições (Blocos), totalizando 40 parcelas. Cada bloco foi constituído por 30 fileiras duplas de plantas. As parcelas foram formadas por 3 fileiras duplas de plantas em espaçamento com 1,7 m x 0,3 m x 0,1 m com uma planta por cova, numa densidade de 100.000 plantas por hectare. Cada fileira de planta com 5,0 m de comprimento, totalizando 50 plantas por fileira, as duas fileiras centrais foram consideradas como úteis para as avaliações não destrutivas, as duas fileiras adjacentes à fileira central como úteis para avaliações destrutivas e as outras duas (extremas) como bordaduras da parcela.

Nas Figuras 3 e 4, é possível observar melhores detalhes da área experimental.

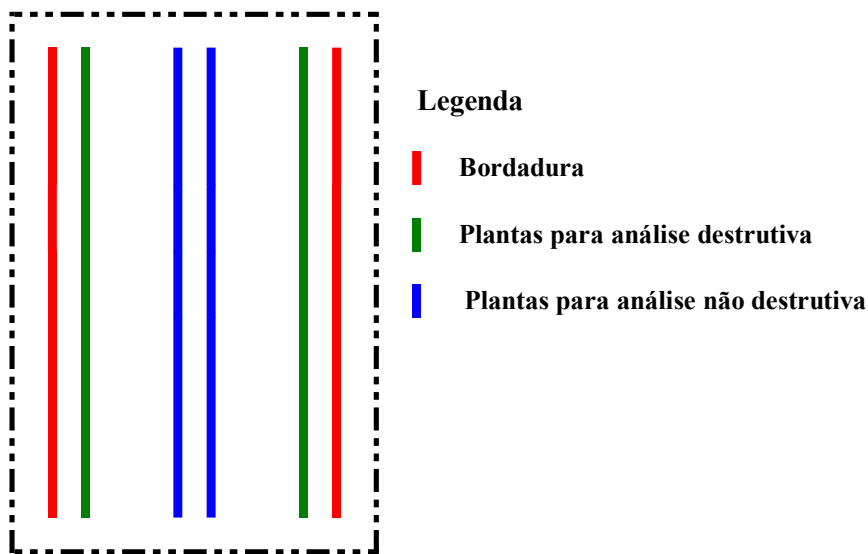


Figura 3. Croqui de uma Parcela

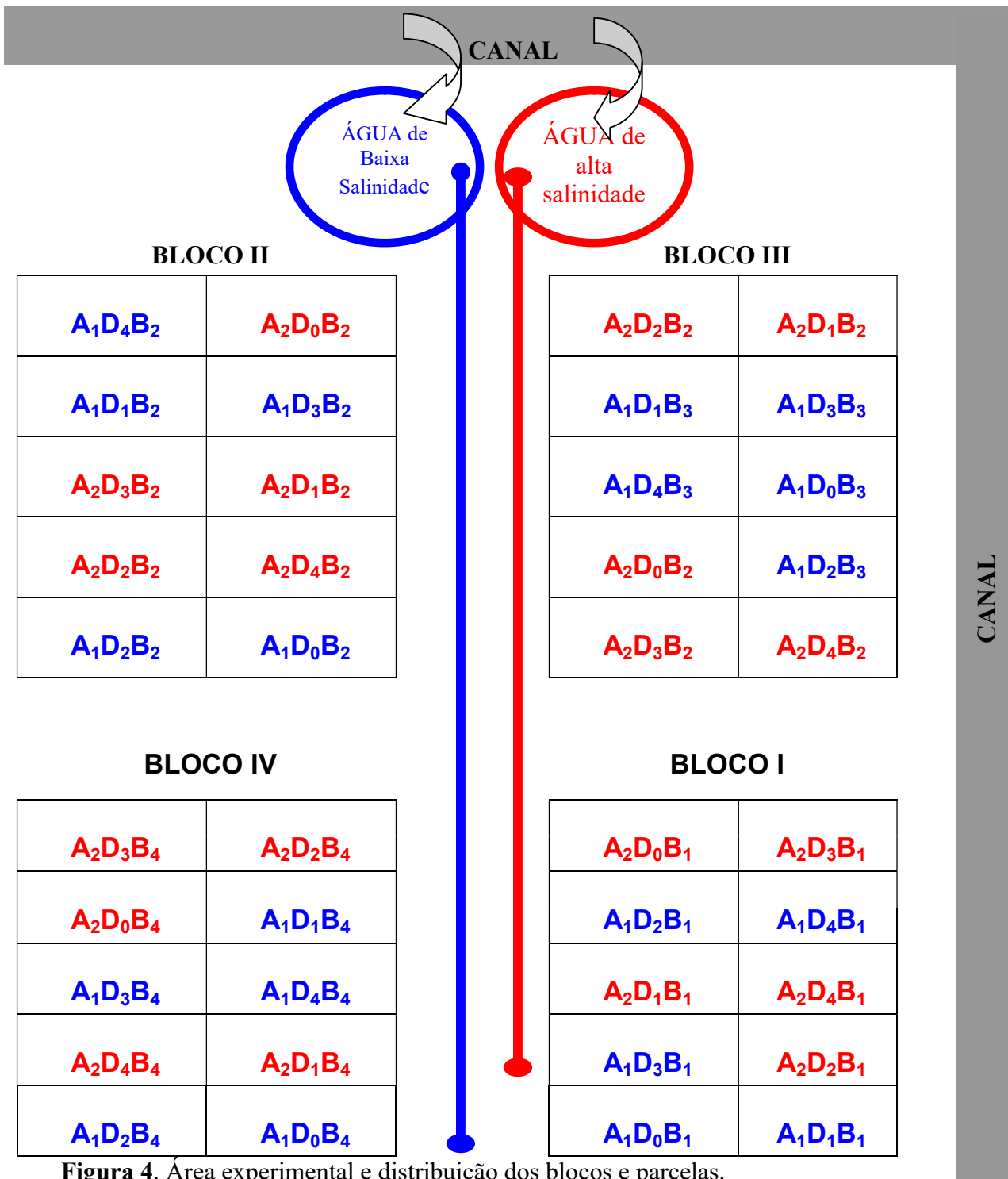


Figura 4. Área experimental e distribuição dos blocos e parcelas.

3.4. Solo e água Utilizados no Experimento

Antes da Instalação do Experimento foram realizadas Análises do Solo e água (Tabelas 6 e 7 e Figura 5), para fins de classificação físico-hídrica e química, bem como, análise do estrato de saturação para fins de salinidade. As análises foram processadas no

Laboratório da Embrapa-Algodão, e no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG.

Tabela 6. Características física e química do solo utilizado no experimento.

Características físico-hídricas	Profundidade	
	0-30 (cm)	30-60 (cm)
Areia g.kg ⁻¹	390,1	249,5
Silte g.kg ⁻¹	148,9	181,3
Argila g.kg ⁻¹	461,0	569,2
Classificação textural	Argila	Argila
Densidade global (kg.dm ⁻³)	1,33	1,36
Densidade das partículas (kg.dm ⁻³)	2,65	2,65
Porosidade (%)	49,81	48,67
Umidade a 33,43725 kPa (%)	2,377	2,416
Umidade a 1519,875 kPa (%)	1,748	1,756
Água disponível	0,629	0,66
Características químicas	Valor	
Ca ²⁺ (mmol _c /kg)	10,00	
Mg ²⁺ (mmol _c /kg)	9,34	
Na ⁺ (mmol _c /kg)	0,48	
K ⁺ (mmol _c /kg)	0,30	
(H + Al) (mmol _c /kg)	0,00	
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência	
Carbono Orgânico (dag/kg)	1,29	
Matéria Orgânica (dag/kg)	19,5	
Fósforo disponível (mg/kg)	0,46	
pH H ₂ O _(1:2,5)	7,08	
CE _{susp.} (1:2,5) (dSm ⁻¹)	0,16	
Extrato de saturação	Valor	
PH da pasta saturada	6,62	
CE _{es} (dSm ⁻¹)	0,51	
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,00	
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,60	
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	Ausência	
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,75	
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,75	
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,11	
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,30	
Porcentagem de Saturação (%)	42,56	
RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{-0,5}	2,65	
PST (%)	35,33	
Salinidade	Não salino	

Tabela 7. Características químicas da água utilizada na irrigação da área experimental da Embrapa Algodão de Barbalha-CE – (LIS/UFCG).

Características	Unidade	Valor
pH	-	7,72
CEa	dS m ⁻¹ a 25 °C	0,34
Na ⁺	mmol _c l ⁻¹	0,92
K ⁺	mmol _c l ⁻¹	0,17
Ca ⁺⁺	mmol _c l ⁻¹	1,00
Mg ⁺⁺	mmol _c l ⁻¹	0,98
CO ₃ ⁼	mmol _c l ⁻¹	0,00
HCO ₃ ⁻	mmol _c l ⁻¹	2,14
Cl ⁻	mmol _c l ⁻¹	0,87
SO ₄ ⁼	mmol _c l ⁻¹	Ausência
RAS	(mmol _c l ⁻¹) ^{1/2}	0,92
Classe (Ayers e Westcot, 1999)		Sem risco quanto à salinidade

A partir dos valores das Características físico-Hídricas foi possível a obtenção da curva característica de umidade do solo da área experimental (Figura 5).

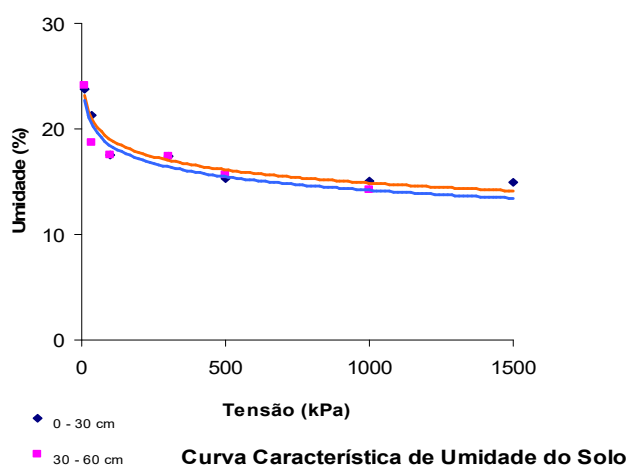


Figura 5. Curva característica de umidade do solo. Barbalha-CE.

3.5. Plantio e Tratos Culturais

O preparo do solo (Figura 6) e plantio foi feito conforme recomendações da Embrapa - Algodão e realizados na Estação Experimental de Barbalha-CE. A semeadura foi realizada semeando-se aproximadamente 15 sementes por metro linear, a germinação e emergência iniciou-se 4 DAS (dias após a semeadura) e, realizando desbaste aos 20 DAS deixando-se 10 plantas por metro linear de fileira (espaçadas de 0,10 m entre si). Durante o experimento, a cultura foi mantida livre da presença de ervas invasoras, por

meio de capinas com enxadas manuais e complementadas com eliminação manual daquelas próximas ao coleto das plantas. Para controle fitossanitário adotou-se o Manejo Integrado de Pragas (MIP) conforme Embrapa – Algodão.

As adubações químicas foram feitas mediante resultado da análise do solo, utilizando o sulfato de amônio (como fonte de nitrogênio e enxofre), o superfosfato simples (como fonte de fósforo) e o sulfato de potássio (como fonte de potássio), aplicando-se o equivalente a 30 kg de N, 50 kg de P₂O₅ e 60 kg de K₂O, por hectare.

A adubação orgânica foi realizada com esterco bovino nas respectivas quantidades conforme os tratamentos pré-estabelecidos, distribuindo-se o adubo aproximadamente a 10-15 cm da superfície do solo. Os resultados da análise físico-química do esterco bovino encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Características físico-químicas do esterco bovino utilizado na adubação orgânica. Barbalha-CE – (LIS/UFCG).

Características	Unidade	Valor
pH (1:2,5)	-	8,60
Umidade	%	10,25
Matéria Orgânica	%	56,96
Matéria Mineral	%	32,79
C	%	31,64
N	%	0,56
P ₂ O ₅	%	0,58
K ₂ O	%	1,19
CaO	%	0,83
MgO	%	2,22
Relação C/N		28/1



Fotos: Eliezer da Cunha Siqueira.

Figura 6. Preparo do Solo do experimento, Barbalha-CE.

3.6. Sistema de Irrigação e Manejo das Irrigações

Utilizou-se o método de irrigação localizada, por meio do sistema de gotejamento, com o uso de mangueiras (fitas) gotejadoras, marca AZUD[®], com diâmetro interno de 16,1mm, com espaçamento entre gotejadores de 0,20 m, com pressão de funcionamento equivalente a 100 kPa e vazão de 1,40 L.h⁻¹. Para evitar problemas com entupimento dos emissores, foram utilizados filtros plásticos, também de fabricação AZUD[®], instalados na entrada da tubulação principal; foram utilizadas moto-bombas submersas (bomba sapo) individuais para cada tipo de água e, como reservatório, caixas de fibras de vidro, também individuais, com capacidade de 3000 litros (Figura 7).



Figura 7. Vista do Sistema de Irrigação do experimento, Barbalha-CE.

As irrigações foram realizadas com intervalos de 2 dias, considerando-se o volume a aplicar por irrigação, determinado pelo produto entre valores da evapotranspiração estimados por meio do tanque classe “A” (Estação Meteorológica do INMET –

Barbalha, CE) e o coeficiente cultural, conforme desenvolvimento fenológico da cultura, adaptado de Azevedo et al. (1993). Assim:

$$VI = (ET_o * A_u * N_d * K_c * 1000) / E_a \dots\dots\dots(\text{eq. 02}).$$

Onde:

VI = Volume aplicado por irrigação (mL).

ET_o = Evapotranspiração de referência medida no Tanque Classe “A” (mm).

A_u = área útil irrigada (m²).

N_d = número de dias do período.

K_c = coeficiente da cultura do algodão para fase inicial de crescimento (Tabela 9).

E_a = Eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (%)

Tabela 9. Coeficientes de cultura para o algodoeiro de ciclo curto, estimado pelo método Tanque Classe “A” (K_cCA) e Coeficiente do Tanque (K_t).

	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV
Duração	15 dias	25 dias	41 dias	17 dias
K _c	0,53	0,69	0,93	0,67
K _t	0,70	0,70	0,70	0,70

Fonte: Adaptado de Azevedo et al. (1993).

A água salina foi preparada com adição de sal comum não iodado (Cloreto de Sódio) à água considerada de baixa salinidade, usada para irrigação das culturas na Estação Experimental da Embrapa Algodão. Para obter a Condutividade Elétrica de 6,5 dS.m⁻¹ a 25 °C, utilizou-se a relação estabelecida por Rhoades et al. (1992):

$$TDS = CE_a . 800 \quad (CE_a > 5,0 \text{ dS.m}^{-1} \text{ a } 25 \text{ }^\circ\text{C})\dots\dots\dots\text{Eq. 03}$$

TSD = Total de Sais Dissolvidos (mg.L⁻¹)

CE_a = Condutividade Elétrica da água de irrigação (dS.m⁻¹ a 25 °C)

Foi utilizado um condutivímetro portátil para aferir e monitorar a condutividade elétrica da água de irrigação.

No tratamento com água A₂ (água de salinidade elevada) a cada irrigação foi aplicada uma fração de lixiviação (FL) de 10 %, assim, o volume total de água aplicado em cada irrigação foi calculado pela expressão:

$$VI_{a_2} = VI / (1 - 0,1) \dots\dots\dots(\text{eq. 04}).$$

Onde:

VI_{a2} = Volume de água aplicada na irrigação com água de alta salinidade (L)

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

0,1 = Fração de lixiviação.

Observação: As irrigações foram suspensas, aos 100 DAS, quando aproximadamente 60 % dos capulhos estavam abertos (Figura 8).



Foto: Eliezer da Cunha

Figura 8. Vista geral do experimento, plantação no ponto de colheita, Barbalha-CE.

3.7. Características avaliadas

3.7.1. Análise do Solo

Aos 60 DAS e aos 120 DAS, foram coletadas amostras de solo em cada parcela e analisadas as suas características físico-químicas relacionadas à salinidade, no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG.

3.7.2. Variáveis relacionadas à cultura

3.7.2.1. Análise de crescimento

Aos vinte dias após a semeadura (DAS) foram selecionadas e identificadas 5 plantas por repetição, nas quais foram mensurados, sempre nestas mesmas plantas, os seguintes valores primários: altura de planta, diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar e índice de área foliar, para estudos de comportamento de crescimento e desenvolvimento das plantas, com base em Beltrão et al. 2001.

Essas características foram avaliadas a partir dos 20 DAS, com intervalos de 20 dias, até os 100 DAS sendo a altura da planta (AP) aferida com uma trena graduada em milímetro, considerando-se a distância vertical entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal da haste principal; na contagem do número total de folhas (NF) da planta, foram consideradas apenas as que apresentavam comprimento mínimo de 4,0 cm; o diâmetro do caule (DC) foi determinado utilizando-se um paquímetro digital, aferindo-se as leituras em milímetro, na região do colo da planta, aproximadamente a 1,0 cm da superfície do solo e a área foliar (AFP) da planta foi estimada via medidas lineares nas folhas, utilizando a seguinte equação (WENDT, 1967):

$$\log y = 0,006 + 1,863 \log x \dots\dots\dots (eq. 05).$$

Onde: x = maior comprimento da lâmina foliar (cm), e
y = área foliar (cm²). e

$$AF = \sum y$$

Sendo: AF = área foliar da planta
 $\sum y$ = somatório das áreas foliares

O índice de área foliar (IAF) foi estimado a partir da razão entre a área foliar das plantas e a área de solo ocupada pelas plantas, considerando o seguinte modelo:

$$IAF = \frac{AFP}{AS}, \text{ sendo}$$

IAF = índice de área foliar
AFP = área foliar da planta (cm²)
AS = área do solo ocupada por planta (cm²)

A área do solo ocupada por uma planta (AS) foi de 850 cm², determinada de acordo com Barreto et al. (1997), por meio dos dados da configuração de plantio usado no experimento, assim tem-se:

$$AS = \frac{Ed + Ef}{2} \times Ep, \text{ onde:}$$

AS = área do solo ocupada por uma planta;

Ed = espaçamento entre fileiras duplas (cm);

Ef = espaçamento entre fileiras (cm)

Ep = espaçamento entre plantas na fileira (cm)

3.7.2.2 Componentes de Produção

As variáveis de produção foram representadas por número e peso de capulhos, produção de algodão em caroço e produção de pluma. A colheita foi realizada em duas etapas, a 1ª quando as plantas apresentarem 60% do número de capulhos abertos, a segunda, 20 dias após a 1ª.

Variáveis a serem estudadas:

- início da floração;
- abertura do primeiro capulho
- Número médio de capulhos colhidos por planta;
- Peso médio do capulho;
- Peso de 100 sementes
- Produção de algodão em caroço;

3.7.2.3 Características tecnológicas da fibra do algodoeiro

Às características relacionadas à fibra do algodoeiro, analisadas foram:

- Peso de 20 capulhos
- Peso de pluma
- Porcentagem de fibras
- Resistência de fibras (STR) em gf/tex;
- Comprimento da fibra (UHM) em mm;
- Uniformidade de comprimento (UNF) em %;
- Alongamento à ruptura (ELG) em %;
- Índice micronaire (MIC) em $\mu\text{g}/\text{in}$ – micrograma por polegada;
- Índice de fibra curta (SFI) em % e;
- Índice de fiabilidade (SCI)

3.8. Análise Estatística

O efeito dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e a adubação orgânica sobre o crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade da fibra do algodoeiro, linhagem CNPA 2002/26, cluster marrom escuro, foi analisado mediante aplicação de análise de variância (Tabela 10) e de regressão (FERREIRA, 2000), com auxílio do software SISVAR/UFLA (FERREIRA, 2000). Quando se verificar efeitos significativos por meio da interação dos fatores dose de esterco versus tipo de água, será realizado o desdobramento e a indicação será representada graficamente em figuras.

Tabela 10. Esquema de análise de variância a ser adotado.

F V	G L	S Q	Q M	F
Dosagem (DE)	4	SQDE	QMDE	QMDE/QMRE
Tipo de água (TA)	1	SQTA	QMTA	QM/QMRE
Inter (DE x TA)	4	SQ (DExTA)	QM (DExTA)	QM (DExTA)/QMRE
(Tratamentos)	(9)	SQT	-	-
Blocos	3	SQBL	-	
Resíduo	30	SQRE	QMRE	
Total	39			

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CRESCIMENTO DA PLANTA

A análise quantitativa do crescimento vegetal foi desenvolvida pelos fito fisiólogos da escola inglesa, sendo considerado, internacionalmente, como o método padrão para a estimativa da produtividade biológica ou produtividade primária das comunidades vegetais, Watson (1952¹) e Blackman (1968²), dentre outros, citados por Magalhães (1979).

A análise de crescimento consiste no método que descreve as condições morfofisiológicas da planta, em diferentes intervalos de tempo, com o intuito de se quantificar o desenvolvimento de um vegetal. Para a execução da análise de crescimento, torna-se necessária a coleta de dados, como comprimento, massa e número de unidades estruturais, realizadas a intervalos de tempo definidos, durante o período de desenvolvimento da cultura (MAGALHÃES, 1979).

A análise de crescimento permite avaliar além do comportamento final da planta como um todo, até a contribuição dos diferentes órgãos para o crescimento total, baseando-se fundamentalmente, no fato de que aproximadamente 90 %, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética e o restante da absorção de nutrientes minerais (BENINCASA, 2003).

O conhecimento da relação entre características de crescimento e desenvolvimento da planta com componentes do rendimento dos genótipos é determinante para a definição de um tipo de planta mais produtiva (COSTA; NAVARRO JR, 2002).

4.1.1. Altura da planta

Na Tabela 11 encontram-se respectivamente, o resumo das análises de variância e os valores médios referentes à variável altura de planta (AP) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água.

¹ WATSON, D. J. The physiological basis of variation in yield. *Advances in Agronomy*, New York, v.4, p.101-145, 1952.

² BLACKMAN, G. E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In: Eckardt, F. E. (ed.). *Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level*. UNESCO, Paris, p. 243-259, 1968.

Tabela 11. Resumo das análises de variâncias, referente à variável altura de plantas (AP) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Causa de variação	GL	Quadrado médio				
		AP20	AP40	AP60	AP80	AP100
Dose de Esterco (DE)	4	1,93ns	18,81ns	412,37**	1036,15**	1351,60**
Reg. Linear	1	-	-	1497,32**		
Reg. Quadratica	1	-	-	108,63ns	Figura 2	Figura 2
Desvio da regressão	2	-	-	21,77ns		
Tipo de Água (TA)	1	0,11ns	777,04**	4706,73**	14006,31**	19338,01**
Interação TA x DE	4	0,90ns	6,30ns	92,64ns	450,81**	546,86**
Bloco	3	4,29ns	41,27ns	58,18ns	227,30ns	137,07ns
Resíduo	27	2,35	16,23	47,87	88,84	103,86
CV (%)		8,73	9,33	8,31	8,44	8,47
		Média				
Água						
A ₁ (Alta Salinidade)		17,52a	38,79a	72,44a	92,99a	98,39a
A ₂ (Baixa Salinidade)		17,63a	47,61b	94,13b	130,42b	142,37b
Dms		1,00	2,61	4,49	6,12	6,61
Dose						
0 t.ha ⁻¹		16,83a	41,40a	72,04a	94,23a	101,56a
8 t.ha ⁻¹		17,33a	42,96a	81,66ab	107,88ab	113,63ab
16 t.ha ⁻¹		17,85a	42,44a	83,83b	113,28bc	122,83bc
24 t.ha ⁻¹		18,00a	43,69a	88,78b	121,98c	130,73c
32 t. ha ⁻¹		17,87a	45,50a	90,11b	121,19bc	133,15c
Dms		2,24	5,89	10,11	13,77	14,89

(*) Significativo em nível de 5 % de probabilidade; (**) significativo em nível de 1 % de probabilidade e (ns) não significativo pelo teste F.

As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Pelo resultado da análise de variância descrito na Tabela 11 verifica-se que aos 20 DAS, para a variável altura das plantas, não houve efeito significativo de nenhum dos fatores analisados sobre a altura das plantas, inclusive a interação dos mesmos. Aos 40 DAS, observa-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade apenas para o para o tipo de água de irrigação a que foram submetidas às plantas.

Aos 60 DAS verificou-se efeito significativo na altura das plantas em nível de 1% de probabilidade, decorrente das doses de esterco e do tipo de água, o mesmo não ocorrendo para a interação entre os fatores (DE x TA). Aos 80 e 100 DAS se observa a ocorrência de diferença significativa em nível de 1% de probabilidade para a dose de esterco utilizada, para o tipo de água de irrigação e para a interação dose de esterco versus tipo de água.

Conforme análise da Tabela 11, pode-se constatar que para os 60 DAS as doses de 16, 24 e 32 t.ha⁻¹ de esterco bovino não apresentaram diferença significativa entre si sobre a altura das plantas; estas, porém diferiram das doses de 0 e 8 t.ha⁻¹ que também diferiam entre si, evidenciando que maiores doses de esterco promovem maior crescimento das plantas. O efeito da água de baixa salinidade sobre a altura das plantas também pode ser observado na mesma tabela, em que os resultados do efeito das duas águas sobre a altura das plantas diferem entre si.

De acordo com os resultados das análises de regressão, o modelo mais representativo da influência das diferentes doses de esterco sobre a altura das plantas aos 60 DAS, foi o modelo linear (Figura 9).

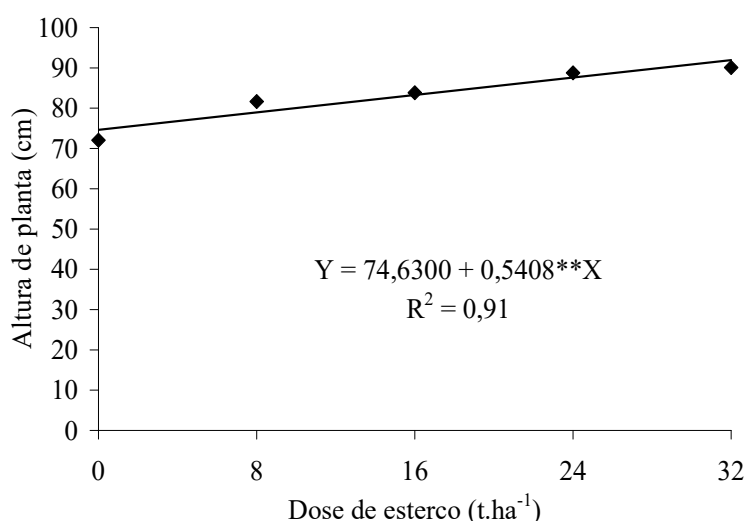


Figura 9. Efeito do esterco sobre a altura de plantas (AP) aos 60 (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Pode-se observar que aos 80 DAS (Tabela 11), não houve diferença significativa entre as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹. As demais doses utilizadas diferiram estatisticamente entre si e promoveram menor crescimento das plantas que as doses mencionadas. Quanto ao tipo de água utilizado na irrigação, continua sendo corroborado, nesta fase, o que ocorreu a partir dos 40 DAS, em que houve crescimento superior das plantas quando irrigadas com água de baixa salinidade sobre a água de alta salinidade.

Aos 100 DAS, semelhantemente ao que ocorrera aos 80 DAS, as doses de 16, 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferem entre si em sua contribuição para a altura das plantas do algodoeiro colorido. Entretanto, para as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹ verifica-se diferença significativa, onde ambas doses contribuíram em menor intensidade para a altura das plantas. Para os tipos

de água de irrigação, a exemplo do que ocorreu a partir dos 40 DAS, verificou-se diferença significativa entre si, sendo a água de baixa salinidade a que proporcionou um maior crescimento das plantas.

De acordo com os resultados da Tabela 11, o modelo de regressão que melhor se ajustou à representação da relação das doses de esterco sobre a altura das plantas aos 80 DAS na água de alta salinidade, foi o modelo quadrático (Figura 10) enquanto que na água de baixa salinidade, nenhuma regressão foi significativa.

Para o tipo de água dentro das doses de esterco, o efeito significativo foi visível para todas as doses. Aos 100 DAS constatou-se que as doses de 16, 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferiram entre si, mas as de 0 e 8, sim (Tabela 11). Para as doses de esterco dentro da água de baixa salinidade não houve efeito significativo para nenhuma das doses. Estudando-se o tipo de água dentro das doses de esterco, tem-se que os tipos de água utilizados na irrigação diferiram significativamente entre si em todas as doses, evidenciando-se os efeitos negativos da água de alta salinidade.

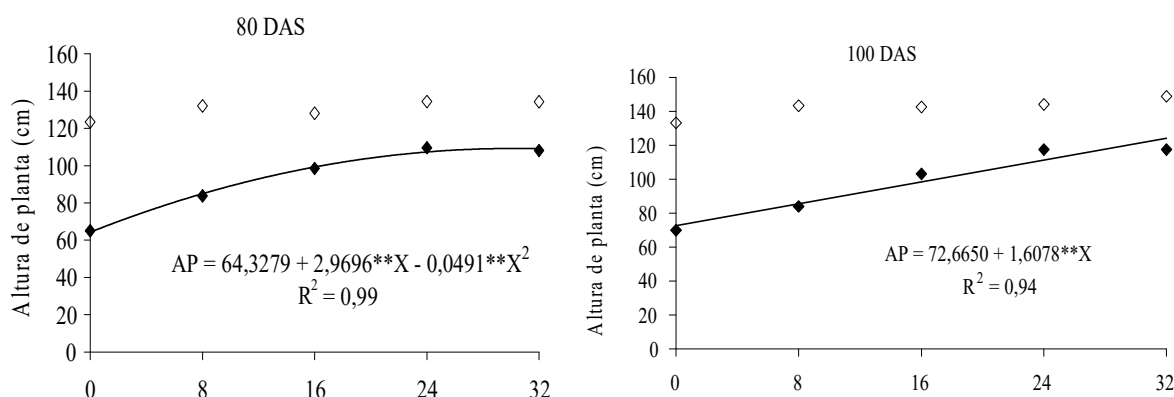


Figura 10. Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE) das doses em cada água sobre a altura de plantas (AP) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigada com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Na Figura 11, estão representados, respectivamente, os desdobramentos da interação (DE x TA) para a variável altura de planta (AP) aos 80, 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água.

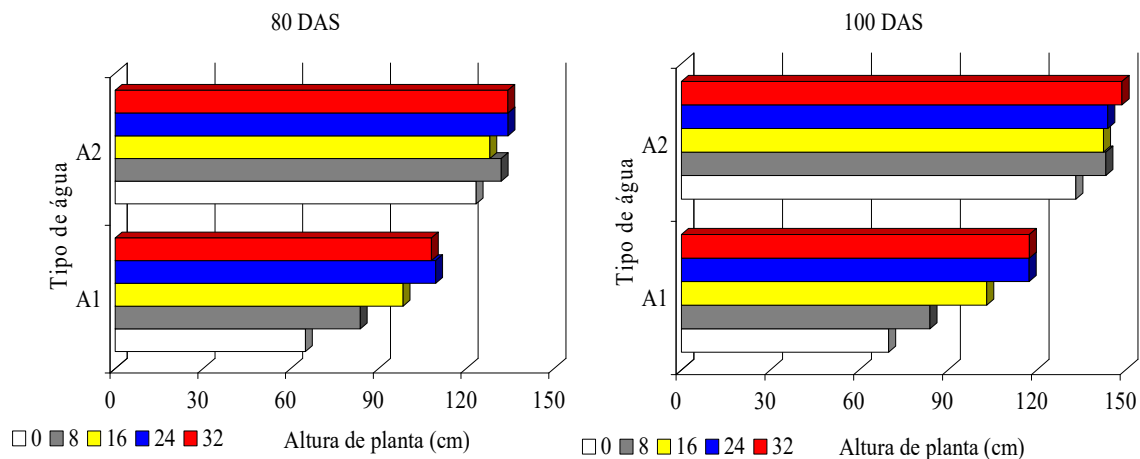


Figura 11. Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE), do tipo de água em cada dose de esterco, sobre a altura de plantas (AP) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigada com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Na Figura 11, observa-se que aos 80 DAS, dentro da água de alta salinidade as doses de 16, 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferiram entre si, embora tenha havido diferença significativa entre as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹. As doses de esterco dentro da água de baixa salinidade não apresentaram diferença significativa entre si. Para o tipo de água dentro das doses de esterco verificam-se que houve diferença significativa entre os dois tipos de água dentro de todas as doses estudadas, verificando-se a superioridade na contribuição para a altura das plantas, da água de baixa salinidade.

Aos 100 DAS para dose de esterco dentro da água de alta salinidade, as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferiram estatisticamente entre si, mas ocorreu diferença significativa entre as doses de 0, 8 e 16 t.ha⁻¹ para a altura das plantas; para as doses dentro da água de baixa salinidade, não se notou efeito significativo de nenhuma dessas doses sobre a altura das plantas.

Na Figura 12, encontram-se, respectivamente, a evolução altura das plantas a cada 20 dias em função dos tratamentos e a altura, como resultado da interação doses de esterco e tipo de água de irrigação. Observando a Figura 12, pode-se verificar que o comportamento da altura das plantas, apresentou diferenciação em função do nível de salinidade e da dose de esterco, desde o início do desenvolvimento, sendo que na medida em que se aumentou o nível de salinidade houve redução de crescimento e em condições inversas, na medida que aumentou a dose de esterco aumento a altura da planta .

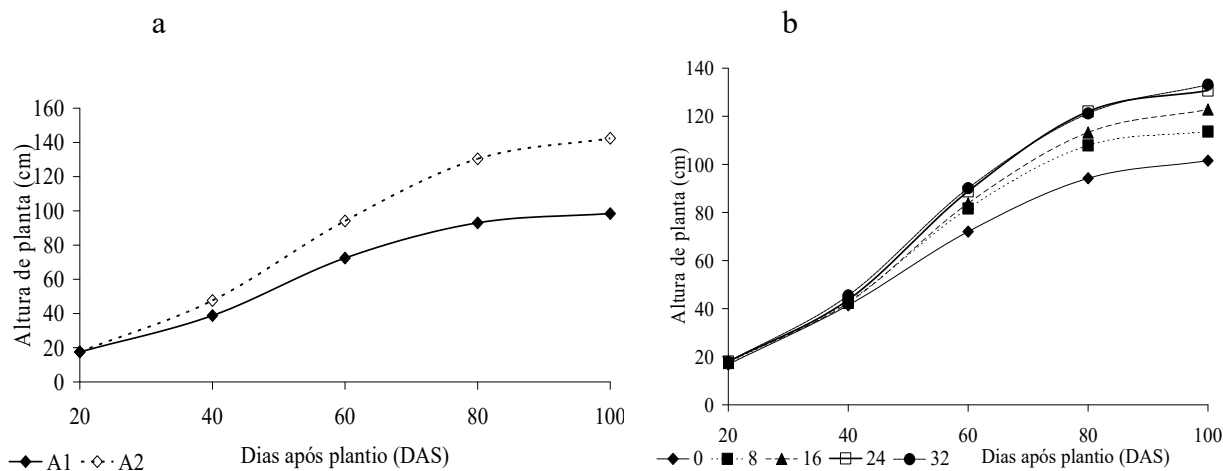


Figura 12. Evolução da altura da planta (AP): (a) em função do tipo de água; (b) - em função das doses de esterco, aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Quanto ao comportamento da altura das plantas verificado no algodoeiro colorido adubado com diferentes doses de esterco bovino e irrigado com dois tipos de água, quanto ao tipo de água, pode estar relacionado ao efeito osmótico nas plantas em função do aumento salino da água de irrigação, elevando à pressão osmótica do meio e consequentemente, 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 obtiveram respostas lineares desta variável, observando-se redução na altura do algodoeiro de fibra branca quando houve um incremento na concentração de sais (SANTOS, 1981; NUNES FILHO, 1993; OLIVEIRA et al., 1998; NAWAR et al., 1998; JÁCOME, 1999; SIQUEIRA, 2003).

Quanto aos efeitos do esterco no crescimento do algodoeiro colorido, é sabido que a composição e as características do esterco indicam que esse material possui potencial para a utilização direta no solo como fertilizante orgânico. (TEDESCO et al., 1999).

Os benefícios no uso de esterco animais podem ser assim elencados: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de N, P, K e outros nutrientes minerais; aumento no conteúdo de matéria orgânica, melhorando a infiltração de água como também aumento na capacidade de troca de cátions (HOFFMAN et al., 2001).

Os esterco quando aplicados em doses adequadas apresentam efeitos positivos sobre o rendimento das culturas, devido à sua ação favorável aos fatores físicos, químicos e biológicos do solo. Há comprovações de que a dose ideal varia com a textura do solo (BEZERRA NETO et al., 1984).

Os esterco de animais são os mais importantes adubos orgânicos, pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação, chegando a igualarem ou até mesmo a superarem os efeitos dos fertilizantes minerais (HENRIQUES, 1997). O uso de adubos orgânicos promove acúmulo do fósforo no solo. No entanto, o nutriente que tem apresentado maior acúmulo no solo é o potássio, seguido do cálcio e magnésio (ANDREOLA et al., 2000).

4.1.2. Diâmetro caulinar

Na Tabela 12 encontram-se o resumo das análises de variância e os valores médios aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodão colorido irrigado com diferentes tipos de água e adubado com esterco bovino.

Analisando-se o crescimento das plantas por meio do diâmetro do caule, considerando a ANOVA (Tabela 12) constatou-se que aos 20 DAS esta variável, não foi influenciada significativamente por nenhum dos fatores a que foi submetido e nem pela interação entre esses fatores. Entretanto, aos 40 DAS verificou-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade para o tipo de água de irrigação, entre os tratamentos e entre os blocos. Aos 60 DAS o efeito significativo se deu em nível de 1% de probabilidade para as doses de esterco utilizadas e para o tipo de água de irrigação, entre os tratamentos. A diferença se deve ao tipo de água utilizado na irrigação, evidenciando que a água de baixa salinidade promoveu um incremento nos diâmetros caulinares, em relação à água de alta salinidade. Aos 80 DAS, nota-se efeito significativo em nível de 1% de probabilidade para as doses de esterco, e de 5% para o tipo de água de irrigação.

Aos 100 DAS o efeito significativo foi novamente em nível de 1% de probabilidade para o tipo de água de irrigação e entre as testemunhas, e em nível de 5% para as doses de esterco e entre as testemunhas (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios referentes à variável diâmetro do caule (DC) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigada com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Causa de variação	GL	Quadrados médios				
		DC20	DC40	DC60	DC80	DC100
Dose de Esterco (DE)	4	0,19ns	0,93ns	5,64**	13,94**	12,13**
Reg. Linear	1			19,21**	47,28**	47,12**
Reg. Quadratica	1			2,83ns	6,27*	0,93ns
Desvio da regressão	2			0,27ns	1,10ns	0,23ns
Tipo de Água (TA)	1	0,07ns	29,24**	48,84**	99,54**	129,60**
Interação TA x DE	4	0,17ns	1,19ns	0,36ns	0,39ns	3,98ns
Bloco	3	0,03ns	5,45**	2,12ns	4,99*	10,67**
Resíduo	27	0,13	0,66	0,94	1,31	1,86
CV (%)		12,02	11,49	8,66	8,32	9,15
		Média				
Água						
A ₁ (Alta Salinidade)		3,02a	6,24a	10,10a	12,19a	13,13a
A ₂ (Baixa Salinidade)		3,00a	7,95b	12,31b	15,34b	16,73b
dms		0,23	0,53	0,63	0,74	0,89
Dose						
0 t.ha ⁻¹		2,81a	6,76a	9,88a	11,58a	13,16a
8 t.ha ⁻¹		2,90a	6,79a	11,00ab	13,64b	14,33ab
16 t.ha ⁻¹		3,05a	7,05a	11,34b	14,08b	15,20bc
24 t.ha ⁻¹		3,08a	7,55a	11,98b	14,58b	15,60bc
32 t. ha ⁻¹		3,20a	7,33a	11,84b	14,95b	16,36c
dms		0,53	1,19	1,42	1,67	1,99

(*) Significativo em nível de 5 % de probabilidade; (**) significativo em nível de 1 % de probabilidade e (ns) não significativo pelo teste F.

As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Pelos resultados dos valores médios dos fatores doses de esterco (DE) e tipo de água (TA) referentes à variável diâmetro do caule verifica-se que aos 20 DAS não houve efeito significativo de nenhum dos fatores sobre o diâmetro caulinar das plantas. Verificou-se aos 40 DAS apenas diferença significativa entre os tipos de água utilizados na irrigação, ficando evidente que a água de baixa salinidade contribuiu de forma mais eficaz para o aumento do diâmetro caulinar das plantas submetidas a irrigação com este tipo de água, em relação às irrigadas com água de alta salinidade (Tabela 12).

Aos 60 DAS, se tem diferença significativa entre as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹. Entre 8 e 16 t.ha⁻¹ esta significância não se verifica, nem entre as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹, sendo estas doses (24 e 32 t.ha⁻¹) às que contribuíram para os maiores diâmetros caulinares

encontrados. Aos 80 DAS também não se verificou diferença significativa para os diâmetros caulinares das plantas do algodoeiro colorido quando se utilizou as doses de 8, 16, 24 e 32 t.ha⁻¹. Quanto aos tipos de água de irrigação constata-se que houve diferença significativa entre elas e que a água de baixa salinidade promoveu diâmetros maiores que a água de alta salinidade (Tabela 12).

Aos 100 DAS não houve diferença significativa entre as doses de 8 e 16 t.ha⁻¹, o mesmo ocorrendo entre as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹ (Tabela 12); essas doses diferiram estatisticamente da dose de 0 t.ha⁻¹ na contribuição do diâmetro caulinar das plantas, evidenciando-se os efeitos benéficos do esterco bovino sobre tal variável. Para a água utilizada na irrigação verifica-se que a água de baixa salinidade contribuiu de melhor forma, para crescimento dos diâmetros das plantas.

Aos 100 DAS não houve diferença significativa entre as doses de 8 e 24 t.ha⁻¹ nem entre as doses de 16 e 32, que diferiram da dose de 0 t.ha⁻¹, sendo que as doses de 16 e 32 t.ha⁻¹, foram superiores às demais na contribuição dos maiores diâmetros caulinares neste período (Tabela 12).

Os tipos de água de irrigação diferiram entre si, confirmando o que ocorreu a partir dos 40 DAS, ou seja, superioridade e caracterização da água de baixa salinidade como de melhor aplicabilidade na irrigação das culturas. Provavelmente, a redução no diâmetro, foi provocada em função da diminuição na disponibilidade de água para a planta devido à elevação no teor de sais na solução do solo.

Conforme resultados da regressão, pode-se melhor representar a influência da adubação orgânica sobre o diâmetro caulinar das plantas aos 60, 80 e 100 DAS por meio do modelo linear (Figura 13).

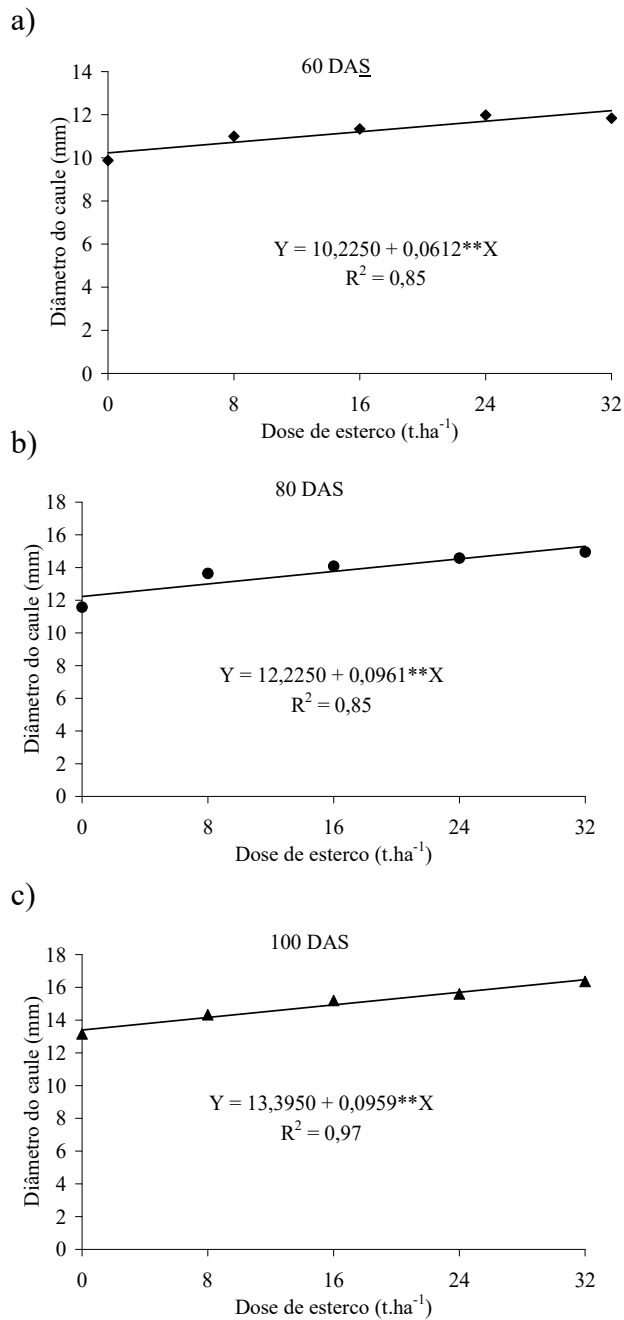


Figura 13. Efeito isolado da dose de esterco sobre o diâmetro caulinar (DC): a) aos 60, b) 80 e c) 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

A evolução do diâmetro caulinar com o tempo em função dos tratamentos pode ser observada na Figura 14.

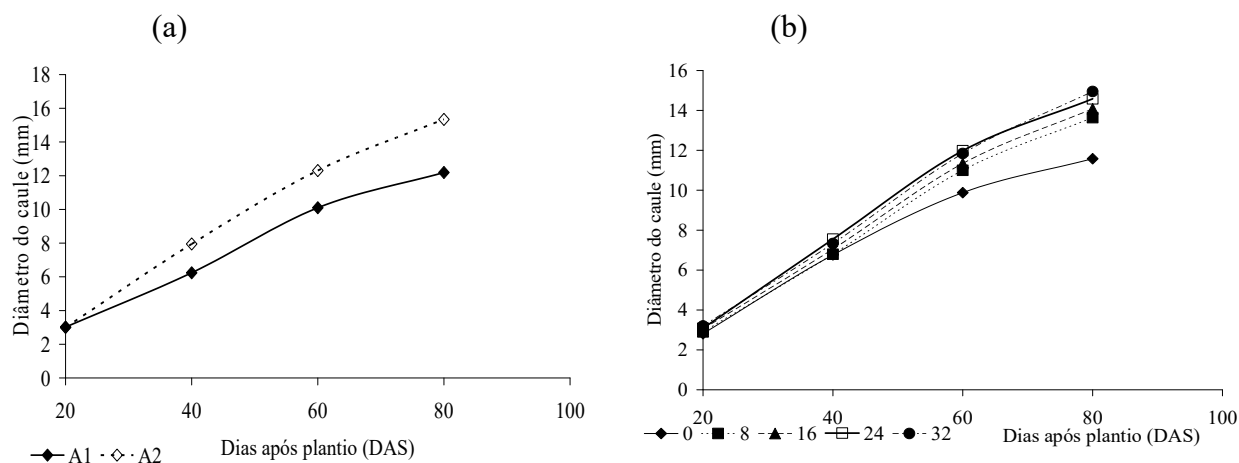


Figura 14. Evolução do diâmetro caulinar (DC): (a) em função do tipo de água; (b) em função das doses de esterco, aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigada com dois tipos de água. Barbalha-CE.

4.1.3. Número de Folhas

De acordo com os dados da Tabela 13, verifica-se que o número de folhas (NF) do algodoeiro colorido linhagem CNPA 2202/26, não foi afetado significativamente aos 20 DAS por nenhum dos fatores estudados e nem pela interação dos mesmos.

Aos 40 DAS apenas o fator tipo de água (TA) foi significativo a 1 % de probabilidade. Considerando, ainda, significância de 1 de probabilidade para o efeito bloco.

Aos 60, 80 e 100 DAS, verifica-se efeito significativo a 1 % de probabilidade tanto para o fator dose de esterco como para o tipo de água de irrigação. Para 80 e 100 DAS observa-se, também, significância da interação entre os fatores tipo de água e dose de esterco (TA x DE) para a variável número de folhas (NF).

Pelos resultados dos valores médios dos fatores doses de esterco (DE) e tipo de água (TA) referentes à variável número de folhas (Tabela 13) verifica-se que aos 20 DAS não houve efeito significativo de nenhum dos fatores sobre esta variável. Verifica-se aos 40 DAS apenas diferença significativa entre os tipos de água utilizados na irrigação, ficando evidente que a água de baixa salinidade contribuiu de forma mais eficaz para o aumento do número de folhas das plantas submetidas a irrigação com este tipo de água, em relação às irrigadas com água de alta salinidade (Tabela 13).

Tabela 13. Valores médios referente à variável número de folhas (NF) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Causa de variação	GL	Quadrados médios				
		NF20	NF40	NF60	NF80	NF100
Dose de Esterco (DE)	4	0,54ns	1,40ns	61,98**	135,44**	115,99**
Reg. Linear	1			231,20**		
Reg. Quadratica	1			14,29ns	Figura XX	Figura XX
Desvio da regressão	2			1,21ns		
Tipo de Água (A)	1	0,90ns	62,50**	319,23**	1755,63**	1272,38**
Interação A x D	4	0,34ns	1,25ns	16,60ns	113,19**	144,56**
Bloco	3	0,17ns	17,90**	5,63ns	30,09ns	33,46ns
Resíduo	27	0,33	2,23	15,24	30,99	28,25
CV (%)		11,43	10,79	14,23	13,79	16,15
		Média				
Água						
A ₁ (Alta Salinidade)		5,20a	12,60a	24,60a	33,75a	27,27a
A ₂ (Baixa Salinidade)		4,90a	15,10b	30,25b	47,00b	38,55b
dms		0,37	0,97	2,53	3,61	3,45
Dose						
0 t.ha ⁻¹		4,88a	13,50a	23,13a	34,63a	28,43a
8 t.ha ⁻¹		5,00a	13,50a	26,50ab	38,00ab	30,38a
16 t.ha ⁻¹		5,25a	14,00a	28,00ab	41,00ab	32,88ab
24 t.ha ⁻¹		5,38a	13,75a	29,25b	43,63b	34,63ab
32 t. ha ⁻¹		4,75a	14,50a	30,25b	44,63b	38,25b
dms		0,84	2,18	5,7	8,13	7,76

(*) Significativo em nível de 5 % de probabilidade; (**) significativo em nível de 1 % de probabilidade e (ns) não significativo pelo teste F.

As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Aos 60 DAS, se tem diferença significativa entre as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹. Entre 8 e 16 t.ha⁻¹ esta significância não se verifica, nem entre as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹, sendo estas doses (24 e 32 t.ha⁻¹) às que contribuiram para os maiores número de folhas encontradas. Aos 80 DAS também não se verificou diferença significativa para o número de folhas das plantas do algodoeiro colorido quando se utilizou as doses de 8, 16, 24 e 32 t.ha⁻¹. Quanto aos tipos de água de irrigação constata-se que houve diferença significativa entre elas e que a água de baixa salinidade promoveu maiores número de folhas que a água de alta salinidade (Tabela 13).

Aos 100 DAS não apresentou significância entre as doses de 0, 8, 16 e 24 t.ha⁻¹, o mesmo ocorrendo entre as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹ (Tabela 13). Quanto ao tipo de água de

irrigação diferiram entre si significativamente, confirmando o que ocorreu a partir dos 40 DAS, ou seja, superioridade e caracterização da água de baixa salinidade como de melhor aplicabilidade na irrigação das culturas.

Os resultados da regressão indicam o modelo que melhor representou a influência da adubação orgânica sobre o número de folhas das plantas aos 60, 80 e 100 DAS foi o linear (Figura 15).

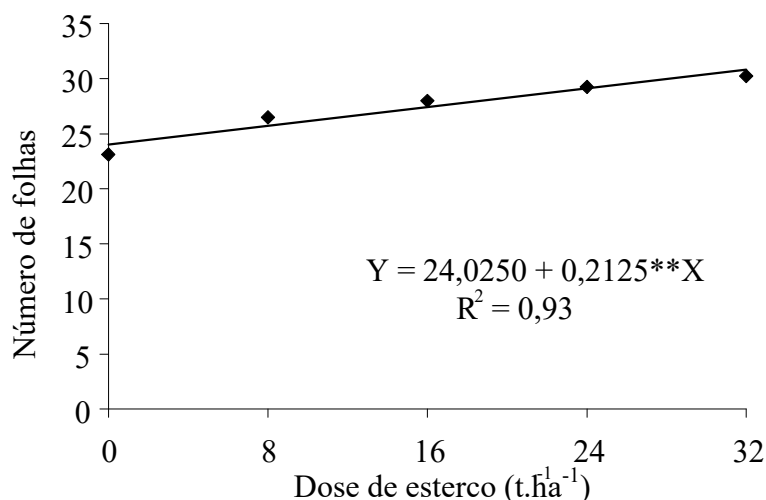


Figura 15. Efeito isolado da dose de esterco sobre o número de folhas (NF) aos 60 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

De acordo com os resultados da Tabela 13, a partir da ANOVA, o modelo de regressão que melhor se ajustou à representação da relação das doses de esterco sobre o número de folhas aos 80 e 100 DAS na água de alta salinidade, foi o modelo linear (Figura 16). Enquanto que na água de baixa salinidade, nenhuma regressão foi significativa.

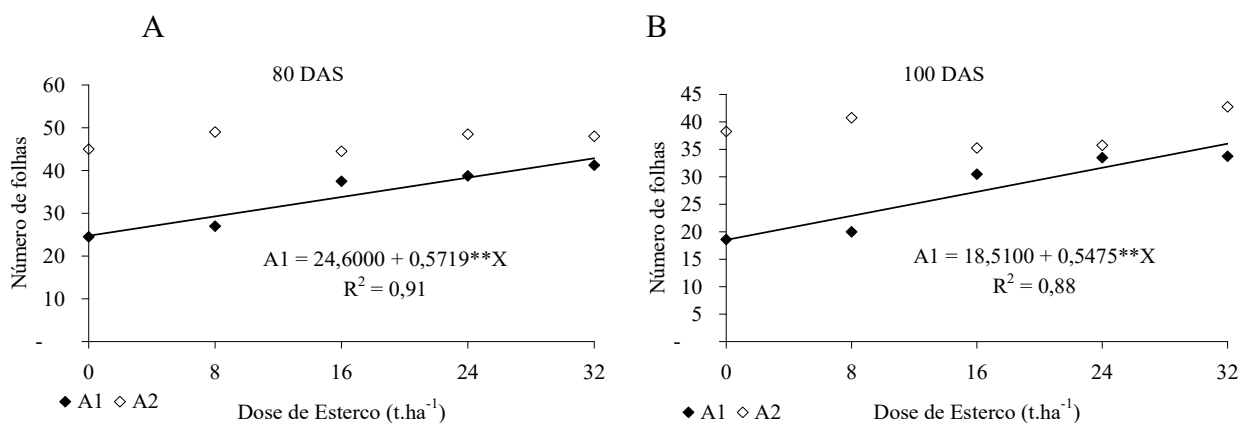


Figura 16. Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE) das doses em cada água sobre o número de folhas (NF) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Na Figura 17, estão representados, respectivamente, os desdobramentos da interação (DE x TA) para a variável número de folhas (NF) aos 80, 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água.

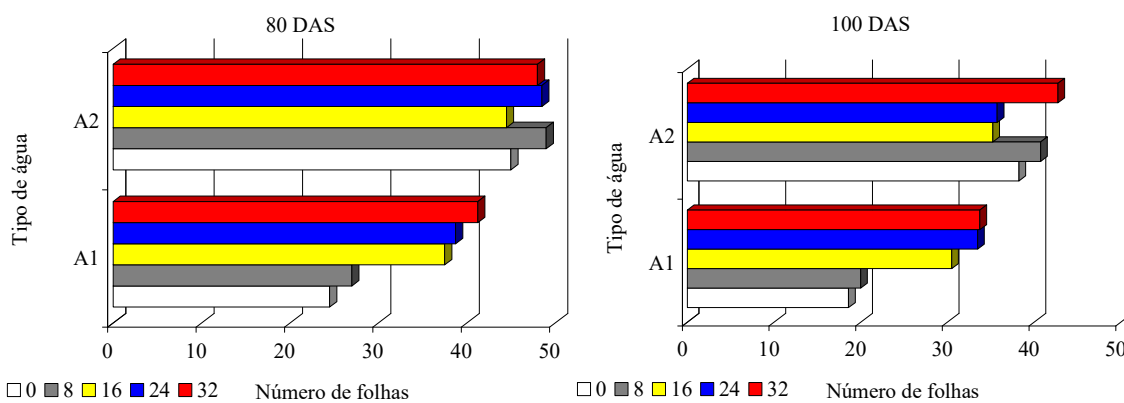


Figura 17. Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE), do tipo de água em cada dose de esterco, sobre a altura de plantas (AP) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Observando às Figuras 24 e 25, verifica-se que aos 80 DAS, dentro da água de alta salinidade as doses de 16, 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferiram entre si, embora tenha havido diferença significativa para as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹. As doses de esterco dentro da água de baixa salinidade não apresentaram diferença significativa entre si. Para o tipo de água

dentro das doses de esterco verificam-se que houve diferença significativa entre os dois tipos de água dentro de todas as doses estudadas, verificando-se a superioridade na contribuição para a altura das plantas, da água de baixa salinidade.

Aos 100 DAS para dose de esterco dentro da água de alta salinidade, observa-se que as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferiram estatisticamente entre si, mas ocorreu diferença significativa entre as doses de 0, 8 e 16 t.ha⁻¹ para o número de folhas; para as doses dentro da água de baixa salinidade, não se notou efeito significativo de nenhuma dessas doses sobre o número de folhas.

Na Figura 18, encontram-se, respectivamente, a evolução do número de folhas das plantas de algodoeiro colorido, a cada 20 dias em função dos tratamentos, como resultado da interação doses de esterco e tipo de água de irrigação.

Observando a Figura 18, pode-se verificar que o comportamento do número de folhas, apresentou diferenciação em função do nível de salinidade e da dose de esterco, desde o início do desenvolvimento, sendo que na medida em que se aumentou o nível de salinidade houve redução do número de folhas e em condições inversas, quando se aumentou a dose de esterco aumentou também o número de folhas das plantas.

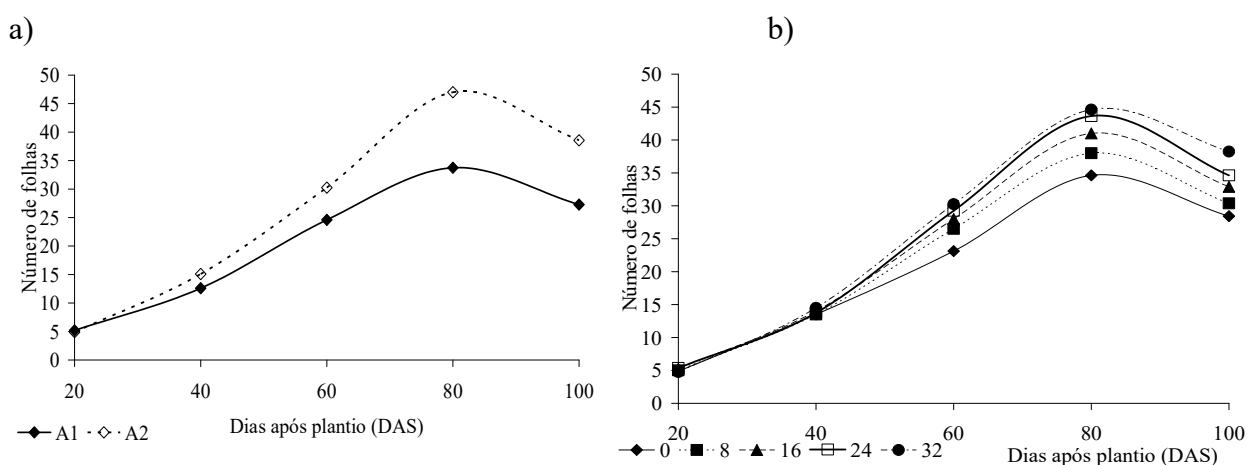


Figura 18. Evolução da área foliar (a em função do tipo de água; b - evolução do diâmetro caular em função das doses de esterco), aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Quanto aos efeitos do tipo de água (TA) no número de folhas, Nunes Filho (1993); Oliveira et al. (1998), Jácome (1999) e Siqueira (2003), também verificaram a redução na emissão de folhas, em algodoeiros de fibra branca e para algodoeiro de fibra colorido, em função do aumento da salinidade do solo e da água de irrigação.

De acordo com Maas e 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.

4.1.4. Área foliar por planta

Encontram-se, na Tabela 14, o resumo da ANOVA e os valores médios referentes à variável área foliar da planta (AFP) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodão.

Tabela 14. Valores médios referente a variável área foliar da planta (AFP) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Causa de variação	GL	Quadrado médio				
		AFP20	AFP40	AFP60	AFP80	AFP100
Dose de Esterco (DE)	4	1,26ns	23,65ns	1422,72**	3328,28**	2712,59**
Reg. Linear	1			5346,61**	12877,025**	10628,36**
Reg. Quadrática	1			228,26ns	332,96ns	21,07ns
Desvio da regressão	2			58,01ns	51,55ns	100,46ns
Tipo de Água (A)	1	3,12ns	862,02**	9743,14**	46111,57**	34809,41**
Interação A x D	4	2,62ns	19,60ns	259,30ns	2270,42**	2653,56**
Bloco	3	1,22ns	250,72**	67,34ns	602,19ns	801,64ns
Resíduo	27	1,8	27,31	246,81	566,6	563,82
CV (%)		14,31	12,98	15,06	14,47	17,51
		Média				
Água						
A ₁ (Alta Salinidade)		9,66a	35,61a	88,72a	130,50a	106,13a
A ₂ (Baixa Salinidade)		9,10a	44,90b	119,93b	198,41b	165,13b
dms		0,87	3,39	10,19	15,44	15,4
Dose						
0 t.ha ⁻¹		8,94a	38,22a	83,91a	134,86a	112,08a
8 t.ha ⁻¹		9,24a	40,73a	100,59ab	155,85ab	126,07a
16 t.ha ⁻¹		9,75a	39,93a	105,38ab	165,47ab	135,74ab
24 t.ha ⁻¹		9,85a	39,55a	113,31b	179,77b	143,02ab
32 t. ha ⁻¹		9,11a	42,87a	118,43b	186,34b	161,24b
dms		1,96	7,63	22,95	34,77	34,67

(*) Significativo em nível de 5% de probabilidade; (**) significativo em nível de 1% de probabilidade e (ns) não significativo pelo teste F. As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Pelos resultados da Tabela 14 observa-se que não houve efeitos significativos de nenhum dos fatores estudados sobre a área foliar por planta (AFP) aos 20 DAS. Aos 40 DAS, porém, ocorreu efeito significativo em nível de 1% de probabilidade entre os tipos de água de irrigação e entre blocos.

Aos 60 DAS verifica-se diferença significativa em nível de 1% para as doses de esterco e para os tipos de água sobre a AFP do algodão (Tabela 14).

Segundo os resultados da ANOVA (Tabela 14), aos 80 DAS houve diferença significativa em nível de 1% entre as doses de esterco utilizadas 'na adubação, entre as águas de irrigação e para a interação DE x TA. Aos 100 DAS o efeito significativo se deu entre as doses de esterco, os tipos de água, para o contraste doses x tipo de água.

Através dos resultados dos valores médios apresentados na Tabela 14, observa-se que aos 40 DAS não houve diferença significativa entre as doses utilizadas sobre a AFP, mas, sim, entre os tipos de água, tendo a água de baixa salinidade contribuiu para uma AFP maior. Aos 60 DAS, as doses de 0, 8 e 16 t.ha⁻¹ não diferiram estatisticamente entre si, o mesmo tendo sido observado para as doses de 8, 16, 24 e 32 t.ha⁻¹. A dose de 0 t.ha⁻¹ diferiu estatisticamente das demais e foi a que menos contribuiu para a AFP.

O comportamento do algodoeiro colorido aos 80 DAS foi semelhantemente ao ocorrido aos 60 DAS. Observa-se, pela Tabela 14, que aos 100 DAS não houve diferença significativa entre as doses de 0, 8, 16 24 t.ha⁻¹ nem entre as doses de 16, 24 e 32 t.ha⁻¹. A dose mais alta foi a que mais contribuiu com a AFP do algodão. Para AFP aos 100 DAS, a dose de 16 t.ha⁻¹, teria sido suficiente. O comportamento do tipo de água foi igual ao ocorrido aos 40, 60, 80 e 100 DAS.

De acordo com a ANOVA o modelo linear foi o que melhor se ajustou a influência da adubação orgânica sobre a AFP do algodoeiro colorido (Figura 19).

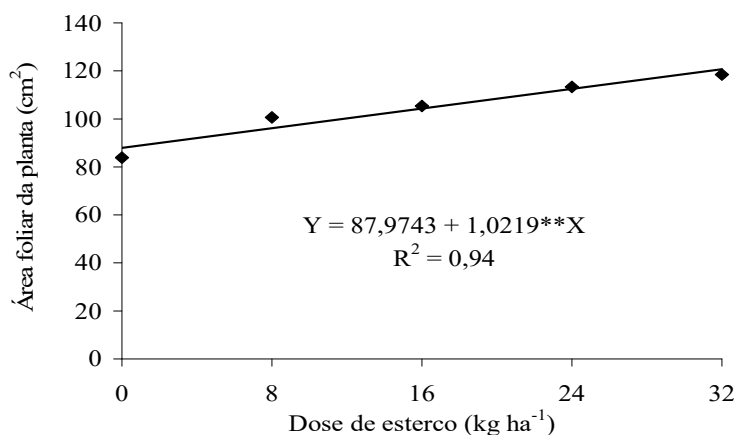


Figura 19. Efeito isolado da dose de esterco sobre o número de folhas (NF) aos 60 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Tem-se na Figura 20, o resultado do desdobramento da interação (DE x TA) para a variável área foliar da planta (AFP) aos 80 e 100 DAS do algodoeiro colorido.

De acordo com os resultados obtidos verifica-se que aos 80 e 100 DAS o modelo linear o que melhor representou o comportamento das doses de esterco dentro da água de alta salinidade sobre a AFP.

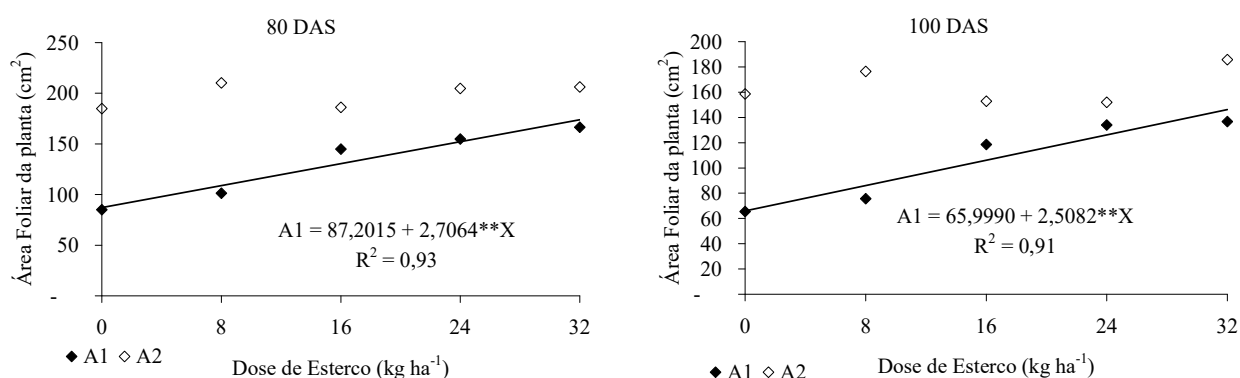


Figura 20. Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE) das doses em cada água sobre a área foliar da planta (NF) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Na Figura 21, estão representados, respectivamente, os desdobramentos da interação (DE x TA) para a área foliar da planta (AFP) aos 80, 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água.

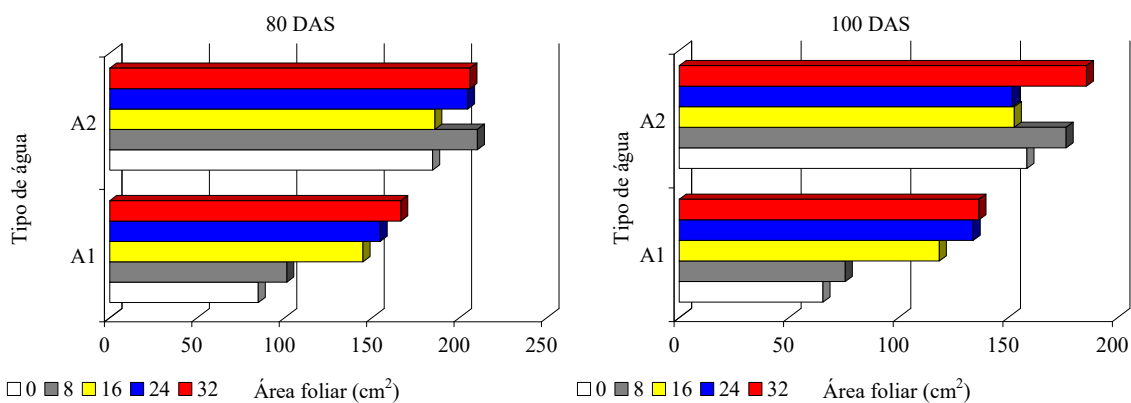


Figura 21. Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE), do tipo de água em cada dose de esterco, sobre a área foliar da planta (AFP) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Observando as Figuras 28 e 29, verifica-se que aos 80 DAS, dentro da água de alta salinidade as doses de 16 e 24 t.ha⁻¹ não diferiram entre si, embora tenha havido diferença significativa para as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹, havendo também diferenças significativas da dose 32 t.ha⁻¹ para as demais doses. As doses de esterco dentro da água de baixa salinidade não apresentaram diferença significativa entre si, exceção a dose de 24 t.ha⁻¹, que se destacou das demais. Para o tipo de água dentro das doses de esterco (Figura 21) verifica-se que houve diferença significativa entre os dois tipos de água dentro de todas as doses estudadas, verificando-se a superioridade da água de baixa salinidade na contribuição para a área foliar da planta (AFP).

Aos 100 DAS para dose de esterco dentro da água de alta salinidade, observa-se que as doses de 16, 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferiram estatisticamente entre si, mas ocorreu diferença significativa para as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹ para a área foliar da planta (AFP); para as doses dentro da água de baixa salinidade, se observa efeitos significativos para as doses de 0, 8 e 32 t.ha⁻¹.

Na Figura 22, encontram-se, respectivamente, a evolução área foliar das plantas de algodoeiro colorido, a cada 20 dias, em função dos tratamentos, como resultado da interação doses de esterco e tipo de água de irrigação.

Observando a Figura 22, pode-se verificar que o comportamento da área foliar da planta, teve diferenciação em função do nível de salinidade e da dose de esterco, atingido um máximo por volta dos 80 DAS. Considerando-se sempre que: na medida em que se aumentou o nível de salinidade houve redução da área foliar da planta e, em situação inversa, na medida em que aumentou a dose de esterco aumentou também a área foliar da planta.

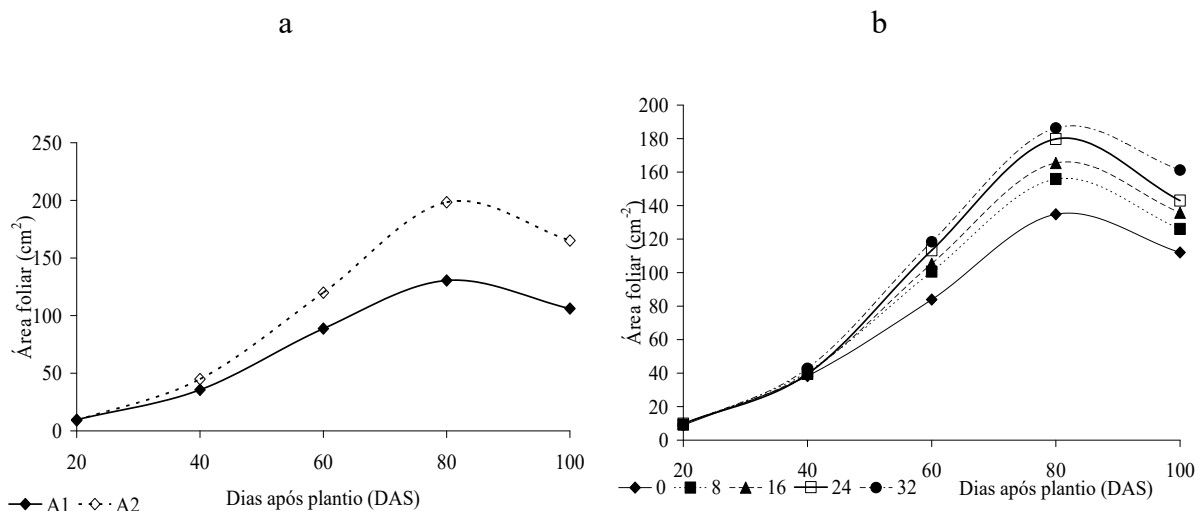


Figura 22. Evolução da área foliar (a- em função do tipo de água; b- em função das doses de esterco, aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Os resultados obtidos para a variável área foliar da planta (AFP) estão de acordo com os relatados por Oliveira et al. (1998), Jácome (1999) e Siqueira (2003), que em ensaios com cultivares de algodoeiros de fibra branca e colorido, 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, também consequência da redução do número de folhas das plantas.

4.1.5 Índice de área foliar

Conforme resultados da análise de variância descritos na Tabela 15, verifica-se que aos 20 DAS, para a variável índice de área foliar (IAF), não houve efeito significativo de nenhum dos fatores analisados, inclusive a interação dos mesmos. Aos 40 DAS, observa-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade apenas para o tipo de água de irrigação a que foram submetidas às plantas e efeitos do bloco.

Aos 60 DAS verificou-se efeito significativo IAF em nível de 1% de probabilidade, decorrente das doses de esterco e do tipo de água, o mesmo não ocorrendo para a interação entre os fatores (DE x TA). Aos 80 e 100 DAS se observa a ocorrência de diferença significativa em nível de 1% de probabilidade para a dose de esterco

utilizada, para o tipo de água de irrigação e para a interação dose de esterco versus tipo de água.

Tabela 15. Valores médios referente à variável índice de área foliar (IAF) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Causa de variação	GL	Quadrados médios				
		IAF20	IAF40	IAF60	IAF80	IAF100
Dose de Esterco (DE)	4	175,72ns	3275,00ns	196888,83**	460674,08**	375428,02**
Reg. Linear	1			739922,36**	1782370,38**	1470977,95**
Reg. Quadrática	1			31584,34ns	46067,64ns	2914,34ns
Desvio da regressão	2			8024,30ns	7129,15ns	13909,90ns
Tipo de Água (A)	1	431,71ns	119333,78**	1348637,49**	6382132,49**	4817879,98**
Interação A x D	4	363,62ns	2714,23ns	35889,81ns	314242,58**	367271,79**
Bloco	3	168,77ns	34718,49**	9322,38ns	83347,96ns	110941,17ns
Resíduo	27	249,3	3781,84	34160,47	78417,28	78037,06
CV (%)		14,31	12,98	15,06	14,47	17,51
Média						
Água						
A ₁ (Alta Salinidade)		113,62a	418,98a	1043,73a	1535,35a	1248,89a
A ₂ (Baixa Salinidade)		107,05a	528,22b	1410,97b	2334,23b	1942,69b
Dms		10,24	39,9	119,92	181,7	181,26
Dose						
0 t.ha ⁻¹		105,23a	449,59a	987,23a	1586,63a	1318,60a
8 t.ha ⁻¹		108,74a	479,10a	1183,40ab	1833,50ab	1483,22a
16 t.ha ⁻¹		114,65a	469,72a	1239,83ab	1946,68ab	1596,87ab
24 t.ha ⁻¹		115,88a	465,24a	1333,04b	2114,88b	1682,61ab
32 t. ha ⁻¹		107,18a	504,35a	1393,27b	2192,27b	1896,90b
Dms		23,07	89,83	269,99	409,06	408,07

(*) Significativo em nível de 5% de probabilidade; (**) significativo em nível de 1% de probabilidade e (ns) não significativo pelo teste F.

As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados das análises de regressão, o modelo mais representativo da influência das diferentes doses de esterco sobre a altura das plantas aos 60 DAS, foi o modelo linear (Figura 23).

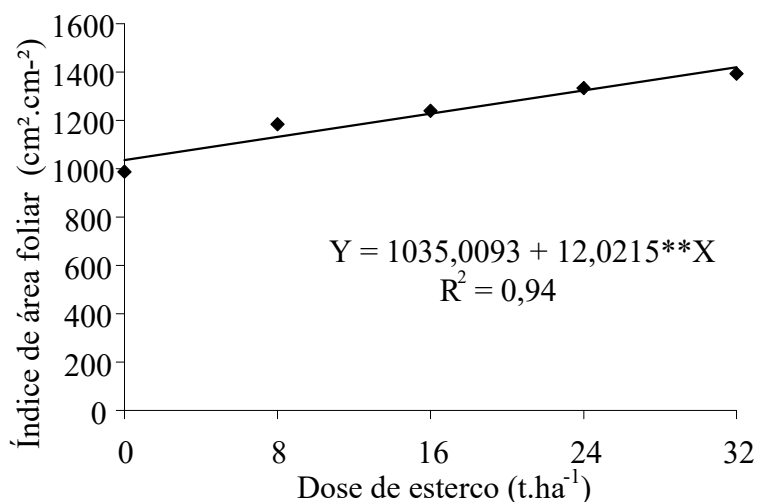


Figura 23. Efeito isolado da dose de esterco sobre o número de folhas (NF) aos 60 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Conforme Tabela 15, pela análise das médias, para os 60 DAS verifica-se que o fator dose de esterco (DE), nas doses de 0, 8 e 16 t.ha⁻¹ não apresentaram diferença significativa entre si sobre o IAF, bem como, para as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹. Para o fator tipo de água (TA), verifica-se que houve efeito significativo deste fator sobre o índice de área foliar IAF em que os resultados do efeito das duas águas sobre diferem entre si. Mais uma vez, constata-se que a água de alta salinidade interferiu negativamente na variável índice de área foliar.

Aos 80 DAS, semelhante ao que se observa para os 60 DAS, não se verifica diferenças significativas entre as doses 0, 8 e 16 t.ha⁻¹, bem como, entre as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹. Quanto ao tipo de água utilizado na irrigação, continua sendo corroborado, nesta fase, o que ocorreu a partir dos 40 DAS, em que houve um índice de área foliar (IAF) superior das plantas, quando irrigadas com água de baixa salinidade.

Aos 100 DAS, semelhantemente ao que ocorrera aos 60 DAS e aos 80 DAS, as doses de 0, 8, 16 e 24 t.ha⁻¹ não diferem entre si em sua contribuição para o IAF das plantas do algodoeiro colorido. Embora para as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹ não se verifique diferenças significativas, ambas contribuíram em maior intensidade para IAF das plantas. Para os tipos de água de irrigação, a exemplo do que ocorreu a partir dos 40 DAS, verificou-se diferença significativa entre si, sendo a água de baixa salinidade a que proporcionou um maior IAF das plantas.

De acordo com os resultados da Tabela 15, o modelo de regressão que melhor se ajustou à representação da relação das doses de esterco sobre a altura das plantas aos 80 DAS na água de alta salinidade, foi o modelo linear (Figura 24), enquanto que na água de baixa salinidade nenhuma regressão foi significativa.

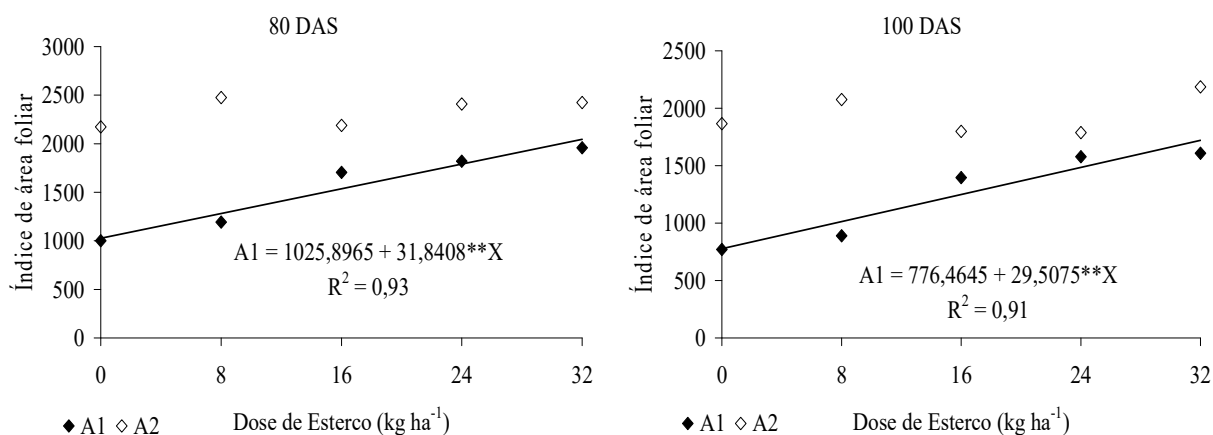


Figura 24. Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE) das doses em cada água sobre o índice de área foliar (IAF) aos 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Na Figura 25, estão representados, respectivamente, os desdobramentos da interação (DE x TA) para a variável índice de área foliar (IAF) aos 80, 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água.

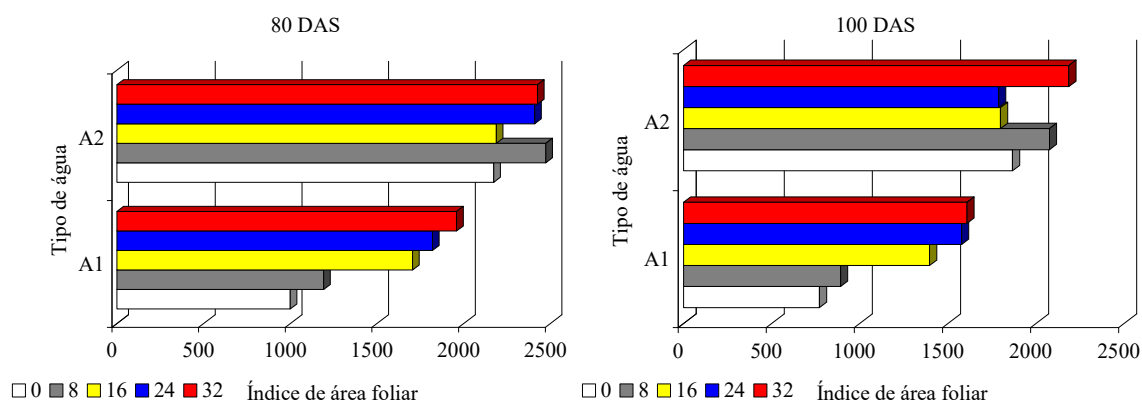


Figura 25. Desdobramento do efeito significativo da interação (TA x DE), do tipo de água em cada dose de esterco, sobre o índice de área foliar (IAF) 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Na Figura 25, observa-se que aos 80 DAS, dentro da água de alta salinidade (A_1) as doses de 16, 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferiram entre si, havendo diferença significativa entre as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹. As doses de esterco dentro da água de baixa salinidade não apresentaram diferença significativa entre si. Aos 100 DAS para dose de esterco dentro da água de alta salinidade, não se verifica efeitos significativos para as doses de 0 e 8 t.ha⁻¹. Para as doses de 24 e 32 t.ha⁻¹ não diferiram estatisticamente entre si, mas ocorreu diferença significativa entre as doses de 8 e 16 t.ha⁻¹ para o índice de área foliar das plantas; para as doses dentro da água de baixa salinidade (A_2), não se notou efeito significativo das 0, 16 e 24 t.ha⁻¹, bem como, entre as doses de 8 e 32 t.ha⁻¹.

Na Figura 26, encontram-se, respectivamente, a evolução do índice de área foliar das plantas a cada 20 dias em função dos tratamentos, como resultado da interação doses de esterco e tipo de água de irrigação.

Observando a Figura 26, pode-se verificar que o comportamento do índice de área foliar, foi diferenciado em função do nível de salinidade e da dose de esterco, desde o início do desenvolvimento, na medida em que se aumentou o nível de salinidade houve redução de crescimento e em condições inversas, quando se aumentou a dose de esterco houve aumento a altura da planta.

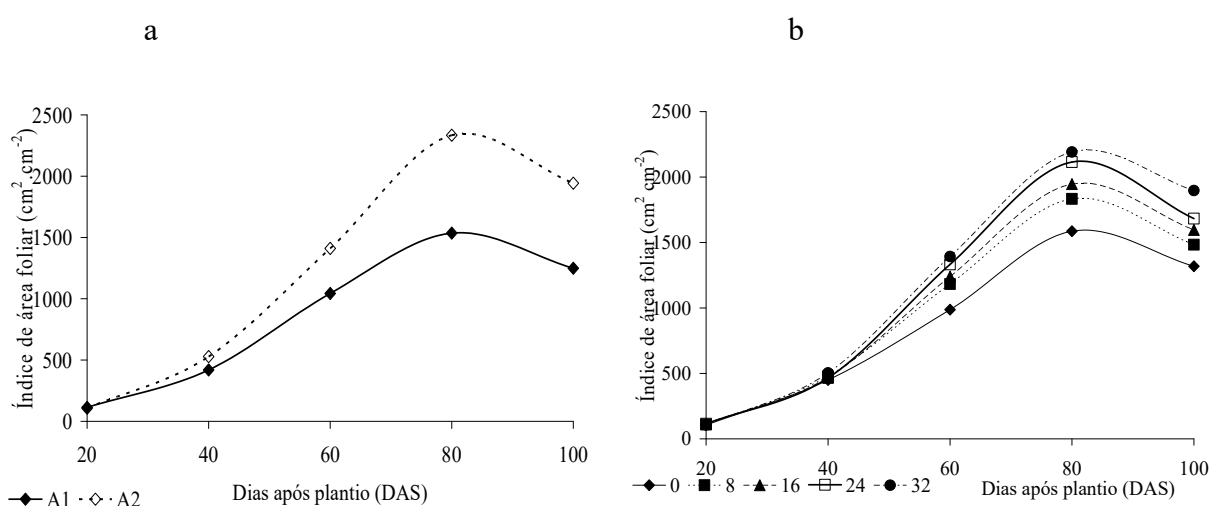


Figura 26. Evolução do índice de área foliar (a- em função do tipo de água; b- em função das doses de esterco) aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Observando às Figuras 20, 22, 26, 30 e 34 pode-se verificar que o comportamento das características de crescimento (altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar da planta (AFP) e o índice de área foliar (IAF) avaliadas, tiveram diferenciação em função do tipo de água utilizada na irrigação. Considerando-se que a água de alta salinidade (A_1), influenciou negativamente nestas variáveis desde o início do desenvolvimento, proporcionando redução de crescimento e desenvolvimento dessas características.

Observa-se na Figura 12 que a altura de planta apresentou um crescimento até os 80 DAS e, a partir daí, houve um lento ou quase uma estabilização. Na Figura 14, relativo ao diâmetro do caule, observa-se pela que houve um aumento até os 80 DAS e, a partir de então houve uma redução nos valores desta variável, explicado talvez pela translocação de seiva e proximidade da senescência das plantas. Para o número de folhas, observa-se na Figura 18 que ocorreu aumento de folhas até os 80 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 22) e no índice de área foliar (Figura 26).

4.2. PRODUÇÃO

Na Tabela 16 encontra-se, respectivamente, o resumo das análises de variância e os valores médios dos fatores doses de esterco (DE), tipo de água (TA) para as variáveis: Floração (FLO), abertura de capulho (ABC), número de capulhos (NC), peso de 1 caroço (P1cap), peso de 100 sementes (P100S) e produção em caroço (ProdC) do algodoeiro colorido adubado com diferentes doses de esterco e irrigado com dois tipos de água.

Tabela 16. Valores médios dos fatores doses de esterco (DE) e tipo de água (TA) para a floração (FLO), abertura de capulho (ABC), número de capulho (NC), peso de 1 capulho (P1C), peso de 100 sementes (P_{100S}) e produção em caroço (PCaroço) do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Causa de variação	GL	Quadrado médio					
		FLO	ABC	NC	P1cap	P _{100S}	ProdC
Dose de Esterco (DE)	4	7,22**	0,46ns	2,20ns	0,11ns	0,25ns	468774,01ns
Reg. Linear	1	0,002ns					
Reg. Quadratica	1	18,24**					
Desvio da regressão	2	3,03ns					
							23996209,63*
Tipo de Água (TA)	1	0,17ns	0,96ns	88,03**	1,87**	0,44ns	*
Interação TA x DE	4	4,84ns	0,91ns	1,72ns	0,13ns	0,32ns	533824,21ns
Bloco	3	5,10ns	0,23ns	3,34ns	0,12ns	0,34ns	700167,83ns
Resíduo	27	1,75	0,66	2,61	0,07	0,18	546622
CV (%)		2,65	0,89	21,72	6,07	4,94	23,24
		médias					
Água							
A ₁ (Alta Salinidade)		49,93a	91,59a	5,96a	4,01a	8,47a	2406,66a
A ₂ (Baixa Salinidade)		50,06a	91,90a	8,93b	4,44b	8,68a	3955,73b
dms		0,86	0,53	1,05	0,17	0,28	479,72
Dose							
0 t.ha ⁻¹		50,83b	91,65a	6,67a	4,15a	8,75a	2827,09a
8 t.ha ⁻¹		49,83ab	91,93a	7,31a	4,11a	8,40a	3057,64a
16 t.ha ⁻¹		48,43a	91,65a	7,90a	4,17a	8,75a	3351,19a
24 t.ha ⁻¹		50,38b	91,45a	7,36a	4,38a	8,58a	3241,48a
32 t. ha ⁻¹		50,53b	92,05a	7,96a	4,31a	8,40a	3428,58a
dms		1,93	1,19	2,36	0,37	0,62	1080,01

(*) Significativo em nível de 5% de probabilidade; (**) significativo em nível de 1% de probabilidade e (ns) não significativo pelo teste F.

As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Por meio das análises de variância (Tabela 16), verifica-se para os fatores estudados, que para a variável abertura de capulhos nenhum dos fatores proporcionou significância. Para a variável floração (FLO) constata-se efeito significativo a 1% de probabilidade apenas da dose de esterco (Figura 27) e, quanto ao tipo de água de irrigação (TA), observam-se efeitos significativos, também a 1% de probabilidade, para as variáveis: número de capulho (NC), peso de 1 capulho (P1C), peso de 100 sementes (P_{100S}) e produção em caroço (PCaroço) do algodoeiro colorido. Não se verifica efeito

da interação dose de esterco versus tipo de água de irrigação em nenhuma das variáveis avaliadas.

Pelos resultados dos valores médios (Tabela 16) observa-se que a água de baixa salinidade proporcionou melhores resultados para as variáveis número de capulho (NC), peso de 1 capulho (P1C) e produção em caroço (PCaroço) do algodoeiro colorido.

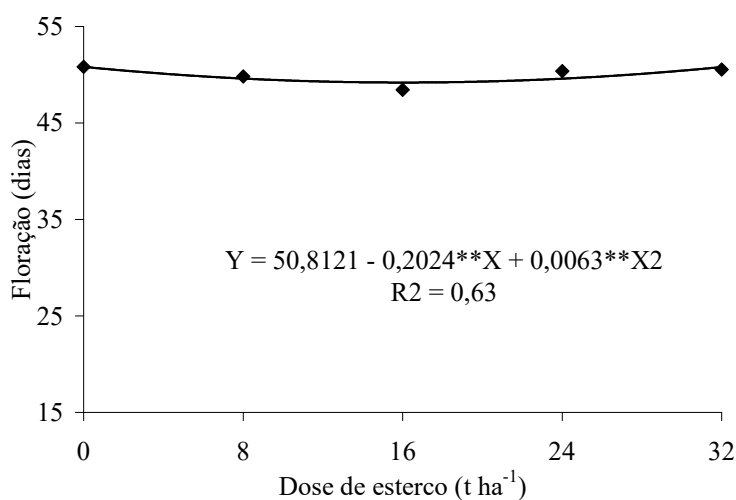


Figura 27. Floração do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Os resultados para as características de produção podem estar associados aos efeitos da salinidade 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; SIQUEIRA, 2003).

Experimentos com o algodoeiro de fibra branca e colorida em solos salinos ou irrigados com águas salinas foram conduzidos por vários autores, e têm-se verificado 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 e AHMAD, 2000; SIQUEIRA, 2003).

Verificando os resultados obtidos neste trabalho, observa-se que houve uma queda acentuada no rendimento do algodoeiro em caroço com o uso da água de alta salinidade, ou seja, com nível salino equivalente de 6,5 dSm⁻¹, sendo esta um pouco acima da

Salinidade Limiar da água de irrigação ($5,1 \text{ dS.m}^{-1}$) estabelecida por Mass e 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 e AHMAD, 2000).

O papel do Ca^{++} 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 e O'Leary (1997) e Davenport et al., (1997).

4.3. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA FIBRA DO ALGODÃO

Encontram-se na Tabela 17, as análises de variância e os valores médios dos fatores doses de esterco (DE), tipo de água (TA) para as características tecnológicas da fibra do algodoeiro colorido, adubado com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água: peso de 20 capulhos (P20CAP), peso das plumas (Ppluma), percentagem de fibras (%Fibras), resistência (STR), comprimento (UHM), uniformidade (UNF), alongamento à ruptura (ELG), índice micronaire (MIC), índice de fibras curtas (SFI), índice de fiabilidade (SCI) e reflectância (Rd).

A análise de variância das variáveis relacionadas com a qualidade da fibra e do fio do algodão encontra-se na Tabela 17. A maioria das características da fibra não foi afetada pelos tratamentos adotados. Verifica-se que houve efeito significativo das doses de esterco (DE) juntamente com efeitos do bloco em nível de 5 % de probabilidade, apenas para a variável alongamento à ruptura (ELG).

Quanto ao tipo de água de irrigação (TA), observam-se efeitos significativos para as variáveis peso de 20 capulhos (P20CAP), plumas (Ppluma), percentagem de fibras (%Fibras) e para o índice micronaire (MIC), estas tiveram melhores desempenhos com o uso da água de baixa salinidade (A_2).

CARACTERÍSTICAS DA FIBRA DO ALGODOEIRO COLORIDO

Tabela 17. Valores médios dos fatores doses de esterco (DE) e tipo de água (TA) para peso de 20 capulhos (P20CAP), peso das plumas (Ppluma), percentagem de fibras (%Fibras), resistência (STR), comprimento (UHM), uniformidade (UNF), alongamento à ruptura (ELG), índice micronaire (MIC), índice de fibras curtas (SFI), índice de fiabilidade (SCI) e reflectância (Rd), do algodoeiro adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Causa de variação	GL	Quadrados médio										
		P20CAP (g)	Ppluma (g)	%Fibras	STR (gf.tex ⁻¹)	UHM (mm)	UNF (%)	ELG (%)	MIC (mg.pol ⁻¹)	SFI	SCI	Rd
Dose de Esterco (DE)	4	64,54ns	6,50ns	0,65ns	5,48ns	0,82ns	0.4703ns	0,50*	0,11ns	10.15ns	86.40 ns	5,73ns
Tipo de Água (TA)	1	1134,23**	51,76**	30,10**	3,72ns	5,11ns	0.049 ns	0,19ns	0,73*	1.26 ns	87.61 ns	6,97ns
Interação TA x DE	4	83,33ns	8,88ns	2,07ns	7,98ns	1,15ns	1.254 ns	0,40ns	0,07 ns	6.04 ns	152.30 ns	0,79ns
Bloco	3	73,65ns	10,53ns	1,74ns	5,10ns	0,24ns	0.727ns	0,70*	1,37 ns	6.89ns	123.59ns	0,52ns
Resíduo	27	39,9	6,07	1,15	4,61	1,62	1.858	0,40ns	0,12	10.89	82.39	6,02
CV (%)		6,06	6,34	2,67	9,82	5,22	1.68	0,33ns	9,08ns	23.35	12.32	7,42
Médias												
Água												
A ₁ (Alta Salinidade)		98,93a	37,73a	41,02a	22,18a	24,03a	81.02a	8,98a	4,02a	14.31a	72.17a	32,63a
A ₂ (Baixa Salinidade)		109,58b	40,01b	39,29b	21,57a	24,75a	81.09a	8,75a	3,75b	13.85a	75.13a	33,47a
dms		4,10	1,6	0,7	1,39	0,83	0.88	0,26	0,23	2.14	5.88	1,59
Dose												
0 t.ha ⁻¹		102,38a	38,50a	40,48a	22,06a	24,34a	81.05a	8,73ab	4,00a	13.17a	72.62a	32,48a
8 t.ha ⁻¹		101,44a	37,98a	40,45a	22,56a	24,51a	80.75a	8,73ab	3,96a	14.78a	74.46a	34,49a
16 t.ha ⁻¹		102,94a	38,24a	40,01a	20,73a	24,29a	80.95a	8,83ab	3,86a	15.70a	69.62a	32,69a
24 t.ha ⁻¹		108,00a	40,08a	39,91a	21,34a	23,96a	81.11a	9,29b	3,70a	13.98a	72.94a	32,48a
32 t. ha ⁻¹		106,50a	39,55a	39,91a	22,66a	24,84a	81.41a	8,69a	3,88a	13.01a	78.63a	33,11a
dms		9,23	3,6	1,57	3,14	1,86	1.99	0,58	0,51	4.82	13.25	3,58

O algodão colorido de fibras marrom tem apresentado excelente potencial de cultivo no semiárido nordestino, onde as condições edafoclimáticas possibilitam a sua exploração (SANTANA et al., 1999). A presença de pigmentos naturais em suas fibras elimina a necessidade de tintura com corantes sintéticos, diminuindo os impactos ambientais (BUSCHLE-DILLER et al., 1998). Para Incrementar a produtividade da cultura algodoeira em diversos sistemas de cultivo, devem-se adotar práticas como a irrigação e a adição de adubos orgânicos, promovendo a melhoria das qualidades físicas, hídricas e químicas do solo.

Observando, ainda, a Tabela 17, não se verifica efeito significativo da interação dos fatores estudados (DE x TA) em nenhuma das variáveis. Considerando-se os valores médios verifica-se que para a característica ELG, embora se constate significância do fator dose de esterco, observa-se que a dose de 34 t.ha⁻¹ (Figura 28), representa àquela que melhor contribuiu para esta variável.

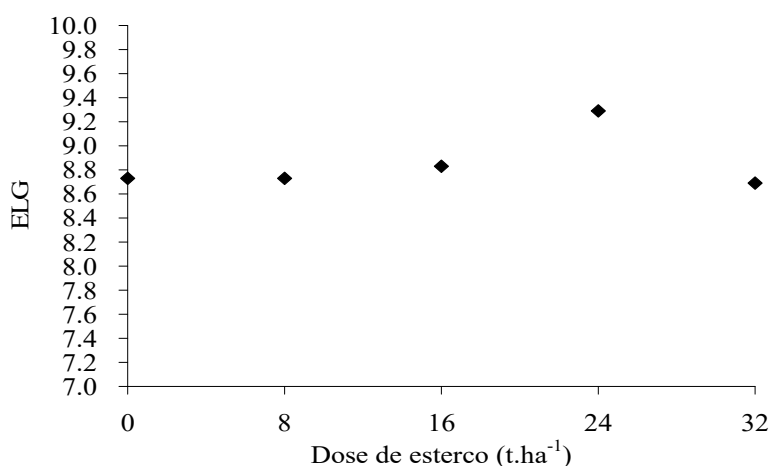


Figura 28. Alongamento à ruptura (ELG) da fibra do algodoeiro colorido adubado com diferentes doses de esterco bovino e irrigado com dois tipos de água. Barbalha-CE.

4.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

Os resultados dos parâmetros químicos dos solos, relacionados à fertilidade e a salinidade foram analisados aos 60 DAS e 120 DAS comparando-os sempre com os valores iniciais, antes da implantação do experimento (Tabelas 18 e 19).

4.1.2. Características da Salinidade do solo

Tabela 18. Valores médios da salinidade no extrato de saturação do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Dose	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	pH	C.E.	RAS	PST	
(mmol _c l ⁻¹)									(dSm ⁻¹) (mmol _c l ⁻¹) ^{1/2} %				
Água de baixa salinidade													
Inicial	0.75	0,75	2.30	0.11	0.00	2.60	2.00	Ausente	6.62	0.51	2.65	49.36	
60 dias	0	8.22	9.75	65.55	0.36	0.00	1.30	77.50	Ausente	6.49	6.76	22.12	78.58
	8	4.25	6.57	55.66	0.39	0.00	0.88	60.81	Ausente	6.53	5.58	24.36	83.60
	16	11.28	13.72	68.08	0.46	0.00	0.80	83.50	Ausente	6.46	7.32	16.77	55.67
	24	4.19	5.22	62.79	0.46	0.00	1.13	68.13	Ausente	6.65	6.03	30.12	87.03
	32	4.31	6.00	65.78	0.45	0.00	0.83	69.38	Ausente	6.59	6.27	29.33	86.22
120 dias	0	7.31	8.94	56.09	4.00	0.00	1.98	61.25	Ausente	6.32	5.77	20.27	73.98
	8	9.47	12.75	40.22	6.32	0.00	2.30	51.88	Ausente	6.36	5.10	14.40	60.12
	16	9.47	10.88	51.97	4.94	0.00	1.83	64.50	Ausente	6.38	5.73	19.16	69.40
	24	7.22	9.97	45.72	4.54	0.00	2.33	52.50	Ausente	6.36	5.11	16.26	68.38
	32	4.00	5.19	47.72	4.59	0.00	3.03	46.94	Ausente	6.67	4.69	23.69	77.94
Água de alta Salinidade													
Inicial	0.75	0,75	2.30	0.11	0.00	2.60	2.00	Ausente	6.62	0.51	2.65	49.36	
60 dias	0	1.17	2.88	4.26	0.25	0.00	2.25	5.58	Ausente	6.55	0.92	3.01	49.97
	8	1.25	2.78	5.66	0.25	0.00	2.10	6.63	Ausente	6.42	1.04	4.17	58.12
	16	1.84	3.41	5.24	0.26	0.00	2.05	7.25	Ausente	6.33	1.11	3.28	49.20
	24	2.06	3.84	5.59	0.30	0.00	2.33	7.94	Ausente	6.37	1.22	3.30	48.19
	32	2.56	3.94	8.81	0.36	0.00	2.25	11.19	Ausente	6.34	1.56	4.80	52.58
120 dias	0	3.28	3.84	6.17	2.71	0.00	3.50	12.31	Ausente	6.52	1.38	3.28	38.05
	8	2.50	2.31	4.92	2.61	0.00	3.93	8.50	Ausente	6.38	1.06	3.28	40.07
	16	2.16	3.88	4.64	3.05	0.00	4.13	9.38	Ausente	6.21	1.16	2.78	34.01
	24	3.28	5.13	5.57	4.00	0.00	3.85	10.69	Ausente	6.31	1.49	2.75	31.40
	32	2.97	4.91	5.62	3.40	0.00	3.70	10.75	Ausente	6.18	1.38	2.92	33.57

4.1.1.1. Cálcio (Ca⁺²), Magnésio (Mg⁺²), Sódio (Na⁺²) e Potássio (K⁺)

Pelos resultados médios descritos na Tabela 18, os valores dos teores de cálcio magnésio e sódio, foram alterados sempre para mais em todos os tratamentos. Independente da época avaliada mesmo quando se utilizou água de diferente salinidade e várias doses de esterco bovino (Figura 29a, 29b, 29c e 29d). A elevação nos teores desses componentes pode ter indicativo no conseqüente aumento nas dosagens de esterco bovino. Verifica-se ainda na Tabela 18, que o aumento nos teores de cálcio e magnésio não foi suficiente para reduzir os teores de sódio e conseqüentemente proporcionou aumento da RAS e no PST do solo. De modo geral, observa-se que houve aumento na concentração destes elementos com o passar do tempo, estando os valores mais elevados

no tratamento com água de alta salinidade ($6,5 \text{ dS.m}^{-1}$), como era de se esperar. Quanto ao potássio, conforme os dados da Tabela 18 verifica-se que os teores tiveram elevações, independentemente dos tratamentos, sendo que os maiores valores observados foram aos 120 DAS e, com o uso da água de irrigação de alta salinidade (Figura 29d). Concordando com os resultados obtidos, Almeida e Gisbert (2003), estudando o efeito da utilização de água de drenagem em diferentes frações de lixiviação em um solo de textura argilosa, encontraram resultados semelhantes.

A importância das relações entre os cátions trocáveis, como Ca^{+2} , Mg^{+2} , no solo tem sido motivo de controvérsias no meio agrônomo brasileiro. Quaggio (2000) fez uma ampla revisão sobre o assunto e a principal conclusão a que chegou é que a relação não tem importância para o crescimento ou produção das plantas. Outros autores mencionam que relações extremas afetam as plantas, mas não se trata de um efeito direto da relação cálcio/magnésio sobre o crescimento ou a produção das culturas, mas sim de deficiências de cálcio ou de magnésio. Gomes et al. (2003), estudando as características químicas e físicas dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, localizado no noroeste do estado de Sergipe, constataram que o aumento da concentração de sais no solo apresentou correlação positiva com a relação cálcio/ magnésio. Por sua vez, os autores relataram que o aumento de cálcio e magnésio nos solos poderia ser devido à aplicação de grandes quantidades de fertilizantes e ou decorrente da elevação do lençol freático.

As alterações dos teores de potássio e magnésio, com o conseqüente aumento do cálcio e sódio trocáveis nos solos, respectivamente, podem ser atribuídas ao aumento da concentração destes íons e a não alteração do potássio e magnésio. Provavelmente o excesso de cálcio e sódio em relação ao potássio e magnésio fez com que esses íons fossem adsorvidos com menos força nas micelas do solo, ou seja, foram deslocados pelos íons de cálcio e sódio nos sítios de adsorção. Em relação à porcentagem de sódio trocável, Amorim et al. (2002), estudando níveis de salinidade na cultura do alho, Al-nabulsi (2001) e Tedeschi e Dell'Aquila (2005), estudando os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre as propriedades químicas e físicas em solos de textura argilosa, encontraram resultados semelhantes.

4.1.1.2. Carbonatos (CO^{-2}_3) e Sulfatos (SO^{-2}_4)

Com base nos resultados médios observados na Tabela 18, aos 60 e 120 DAS verifica-se que para Carbonatos e Sulfatos não houve alteração nenhuma para esses

elementos, mesmo com a elevação das doses de esterco bovino e uso de irrigação com água de alta salinidade, permaneceram inalterados.

4.1.1.3. Bicarbonatos (HCO_3^-) e cloretos (Cl^-)

Conforme a Tabela 18, quando se utilizou água de baixa salinidade houve uma pequena redução deste componente aos 60 DAS em relação ao estado inicial do solo. Entretanto, aos 120 DAS verifica-se um aumento considerável na concentração do Bicarbonato no solo, como se observa na Figura 29e, na qual se encontram os resultados médios das concentrações de bicarbonato.

Quando se utilizou água de salinidade alta, verifica-se que para 60 DAS houve considerável redução da concentração de bicarbonato. Para 120 DAS também se observa uma redução, embora com intensidade discreta, mesmo com aumento das doses de esterco bovino (Figuras 29e).

Quanto ao cloreto (Cl^-), observando a Tabela 18 verifica-se que independente dos tratamentos e da época de avaliação, como era provável de ocorrer, houve significativo aumento, pois todas as águas naturais contêm sais solúveis, em quantidades e proporções variáveis, independentemente de sua origem. (PIZZARRO, 1985). Mesmo assim, é interessante observar que quando se utilizou água de alta salinidade, o aumento no teor do cloreto foi menor à medida que se aumentou a quantidade de esterco bovino. No caso de utilização da água de baixa salinidade, como pode se observar houve aumento de cloreto, mas, na medida em que se aumentou a dose de esterco aumentou também os teores de cloreto (Figura 29f). O que provavelmente tenha ocorrido é que, em função da alta salinidade da água de irrigação pode ter favorecido a liberação de ácidos orgânicos fato também observado por Santos e Muraoka (1997).

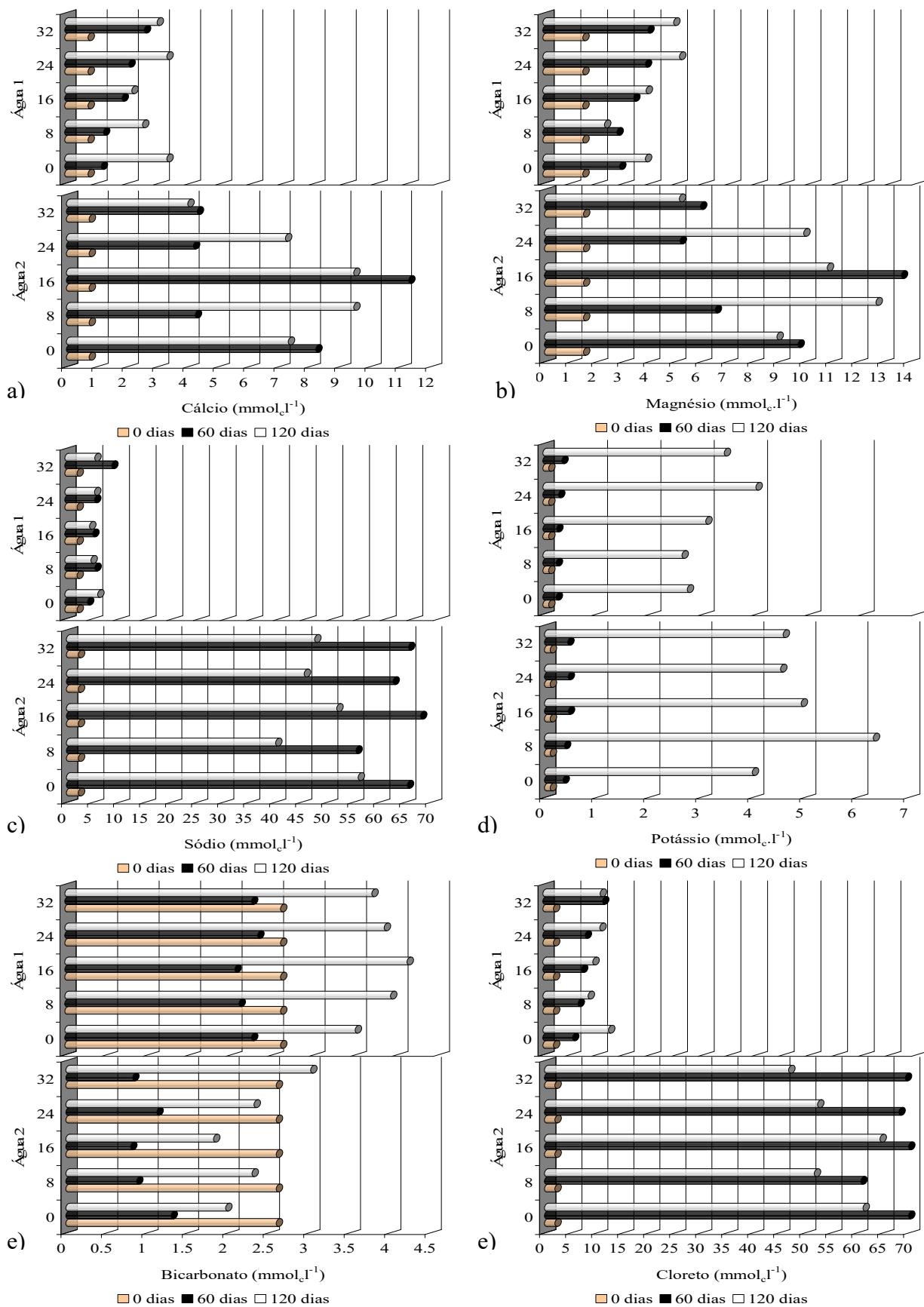


Figura 29. Componentes químicos do extrato de saturação do solo (a. Cálcio; b. magnésio; c. sódio; d. potássio, e. bicarbonato e f. cloreto), antes do plantio, aos 60 e 120

DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

4.1.1.4. Reação do solo (pH)

Comparando as características químicas do solo antes, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água (Tabela 18), verifica-se apenas pequenas oscilações e, portanto baixa influencia dos tratamentos no pH do solo (Figura 30a) mesmo quando se utilizou a água de alta salinidade nas diferentes doses de esterco bovino, fato também observado por Santos e Muraoka (1997), Jácome (1999) e Siqueira (2003). Estes resultados são discordantes de Porto Filho et al. (2005), que em trabalho com mamoeiro verificou que o uso de águas de condutividade elétrica crescente promoveu a elevação do pH.

4.1.1.4. Condutividade elétrica (CEes)

Observando na Tabela 18 os valores médios da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes), ao se aplicar água de baixa salinidade ($0,35 \text{ dS.m}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$), verifica-se que aos 60 e 120 DAS houve aumento na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) que, embora pareça discreto, mas representa uma elevação superior 100 % em relação aos valores iniciais, antes da instalação do experimento e com o uso de esterco bovino (Figura 30b).

Quando se utilizou água de alta salinidade, aos 60 e 120 DAS, verifica-se que os valores da CEes se elevaram várias vezes em relação ao seu valor inicial, entretanto, os valores finais estão conforme Ayers e Westcot (1991), a CEes corresponde a 1,5 vezes a condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) para solos de textura media e se aplica uma fração de lixiviação equivalente a 15%. Como aconteceu neste experimento, mesmo utilizando uma água de alta salinidade ($\text{CE} = 6,5 \text{ dS.m}^{-1}$) a CEes ficou ligeiramente inferior a CE desta, provavelmente graças a ação da matéria orgânica aliada ao processo de lixiviação (Figura 30b). A salinidade média nos solos irrigados varia com o tempo e no espaço e, além da qualidade da água utilizada na irrigação, depende de fatores edafoclimáticos e do manejo de irrigação (AYERS; WESTCOT, 1999). De acordo com Maas e Hoffman (1977) a máxima salinidade permissível no extrato de saturação do solo

para que não ocorra redução na produção do algodoeiro é de $7,7 \text{ dSm}^{-1}$, quando somente a salinidade for limitante.

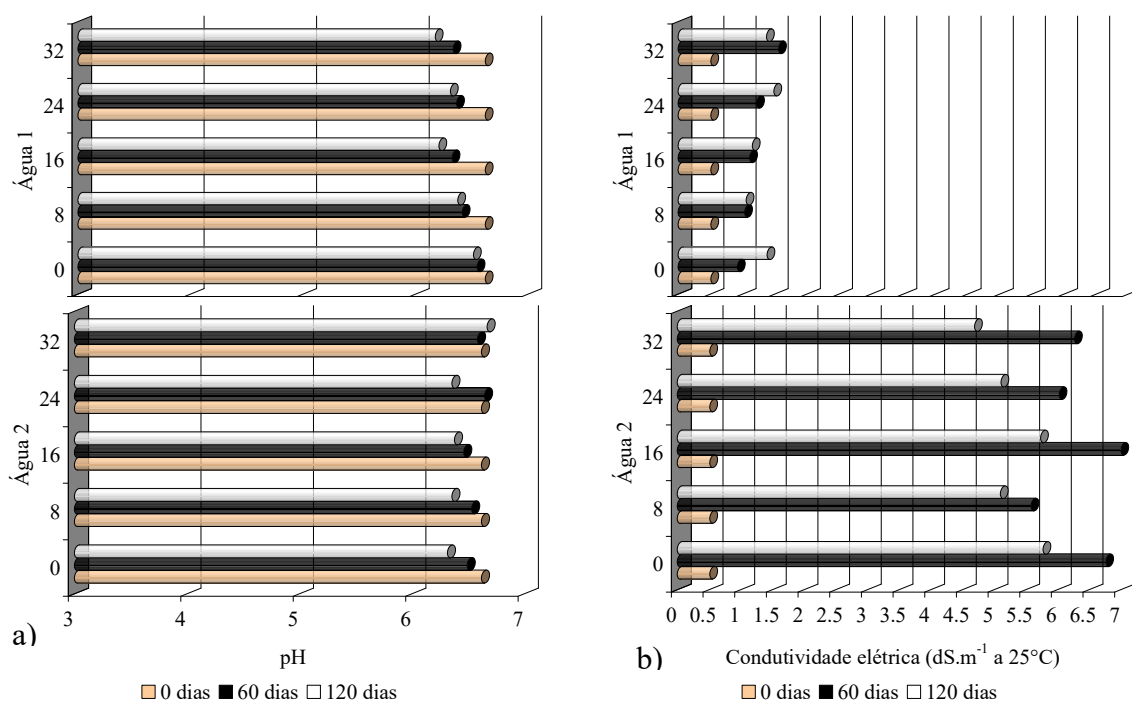


Figura 30. Características químicas (a. pH; b. CEes;) do extrato de saturação do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

4.1.1.6. Razão de adsorção de sódio (RAS)

Conforme Tabela 18, verifica-se que houve alteração para valores superiores aos iniciais na Razão de adsorção de sódio (RAS), tanto aos 60 como aos 120 DAS. Tanto para água de baixa como de alta salinidade utilizadas na irrigação. Essa alteração pode ser explicada como consequência da elevação no teor de sódio (Na) e, mesmo havendo elevação nos teores de cálcio e magnésio, estes não foram suficientes para estabilizar ou reduzir o aumento consequente do sódio. (Figura 31a).

4.1.1.7. Percentual de Sódio Trocável

De acordo com os resultados da Tabela 18, pode verificar que aos 60 DAS e com água de baixa salinidade, as alterações observadas no PST foi para valores ligeiramente superiores ao inicial, já aos 120 DAS, embora discretos, os valores foram para menos. Quando se utilizou água de salinidade alta, tanto aos 60 como aos 120 DAS houve elevações consideráveis no PST do solo, com aumentos desde 50 a 100%, mesmo

considerando-se aumento na dose de esterco e a fração de lixiviação aplicada (Figura 31b).

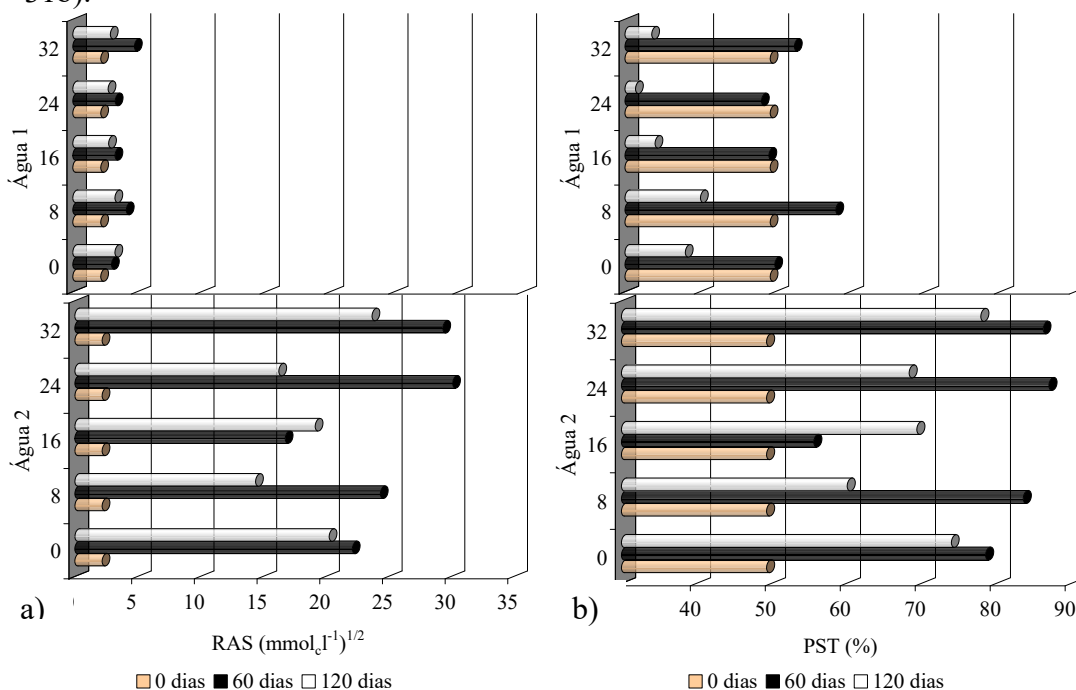


Figura 31. Características químicas (a- RAS e b- PST) do extrato de saturação do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

4.1.2. Características da fertilidade do solo

As plantas obtêm os nutrientes de que necessitam através da absorção pelas raízes dos elementos existentes no solo. A absorção desses nutrientes se dá por três processos: por interceptação radicular, fluxo de massa e difusão. A disponibilidade de um nutriente em determinada condição depende, além das formas químicas em que o mesmo se encontra no solo, da capacidade de absorção da cultura, do desenvolvimento do sistema radicular, do tempo de crescimento e de condições climáticas e da disponibilidade dos outros nutrientes (RAIJ, 1991).

Verificam-se na tabela 19, os valores médios para os teores iniciais, aos 60 e 120 DAS, do potencial hidrogeniônico (pH); condutividade elétrica da solução (CEs); carbono orgânico (CO); fósforo assimilável (P_{ass}); Cálcio (Ca); magnésio (Mg); sódio (Na); potássio (K); acidez potencial (H + Al) e alumínio (Al) do solo cultivado com algodoeiro colorido adubado com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água.

Tabela 19. Valores médios para os teores iniciais, aos 60 e 120 DAS, do potencial hidrogeniônico (pH); condutividade elétrica da solução (CEs); carbono orgânico (CO); fósforo assimilável (P_{ass}); Cálcio (Ca); magnésio (Mg); sódio (Na); potássio (K); soma de hidrogênio e alumínio (H + Al) e alumínio (Al) do solo cultivado com algodoeiro colorido adubado com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Dose	pH	CE	C	O	P _{ass}	Ca	Mg	Na	K	H+Al	Al
		dS.m ⁻¹	dag.kg ⁻¹			(mmolc.l ⁻¹)					
Água de baixa salinidade											
0 DAS	7,08	0,16	1,29	0,46	10,00	9,34	0,48	0,30	0,00	0,00	
60 dias	0	6,93	0,31	1,40	0,75	9,70	7,27	2,39	0,39	2,68	0,00
	8	6,83	0,31	1,41	0,93	9,17	7,66	0,80	0,41	4,93	0,00
	16	6,69	0,33	1,45	1,16	9,54	7,25	0,75	0,38	5,13	0,00
	24	6,64	0,38	1,56	1,44	9,60	7,85	0,76	0,47	5,10	0,00
	32	6,68	0,49	1,56	2,01	9,83	7,57	2,73	0,53	5,33	0,00
120 dias	0	6,62	0,40	1,41	0,97	9,95	8,12	0,64	0,41	4,88	0,62
	8	6,66	0,37	1,31	1,08	9,57	7,02	0,71	0,42	2,40	0,25
	16	6,46	0,42	1,45	1,40	9,27	6,90	0,61	0,39	4,55	0,45
	24	6,29	0,46	1,50	1,70	9,27	6,90	0,70	0,52	5,13	0,78
	32	6,40	0,45	1,51	1,64	9,18	7,49	0,64	0,43	5,08	0,95
Água de alta salinidade											
0 DAS	7,08	0,16	1,29	0,46	10,00	9,34	0,48	0,30	0,00	0,00	
60 dias	0	6,89	2,15	1,54	1,05	8,30	6,07	6,89	0,38	2,45	0,00
	8	6,94	1,84	1,38	1,02	7,72	5,90	7,35	0,45	2,50	0,00
	16	6,79	2,31	1,45	1,11	8,11	5,82	7,17	0,41	4,77	0,00
	24	7,18	1,58	1,45	2,23	6,49	4,50	7,67	0,43	0,00	0,00
	32	6,95	1,94	1,41	1,61	7,64	4,85	6,36	0,44	2,47	0,00
120 dias	0	6,62	1,67	1,29	0,78	7,71	5,43	5,05	0,37	4,82	0,53
	8	6,63	1,61	1,61	0,86	9,19	6,97	5,31	0,49	1,17	0,08
	16	6,68	1,75	1,57	1,24	8,17	6,10	6,14	0,45	2,40	0,24
	24	6,65	1,58	1,37	1,25	7,85	5,77	5,72	0,36	3,50	0,20
	32	7,07	1,46	1,47	2,14	7,39	5,93	7,19	0,47	1,25	0,20

De acordo com a Tabela 19, observa-se que para o fator potencial de hidrogênio (pH), a partir dos valores iniciais, houve uma redução quando se utilizou água de baixa salinidade mesmo aos 60 e 120 DAS, sendo a maior redução verificada para a dose de esterco de 24 t.ha⁻¹ aproximadamente 12,55 %. Entretanto, quando se utilizou água de alta salinidade o valor do pH quase não se alterou e, independente da dose de esterco ou da época de avaliação, teve apenas pequenas oscilações (Figura 32a).

Considerando a condutividade elétrica (CE), observa-se que esta variável teve alterações consideráveis em relação aos valores iniciais, pois, mesmo quando se utilizou água de salinidade baixa, a CE se elevou em aproximadamente duas e até três vezes mais do que o valor inicial antes da instalação do experimento. É perceptível que, mesmo com

água de baixa salinidade e independente da época de análise e da dose de esterco, a CE teve acréscimos. Quando se considera a água de alta salinidade o acréscimo da CE também pode ser observado, embora não sejam valores tão elevados como era de se esperar, mas este pode não ter ocorrido em função da fração de lixiviação aplicada, quando se utilizou este tipo de água (Figura 32b).

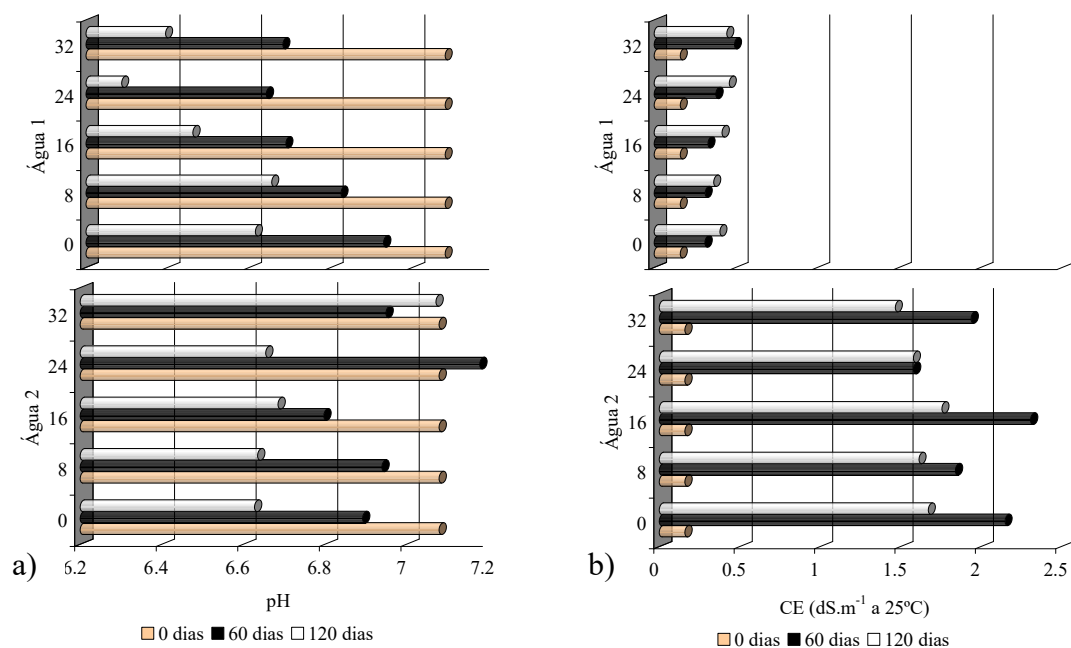


Figura 32. Características químicas (a. pH; b. CEs;) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Quanto aos teores de carbono orgânico (CO) e fósforo assimilável (Fass), verifica-se que ambos tiveram se elevaram, observando-se que a eleva do teor de CO foi em torno de 20 % (Figura 33a), independente do tipo de água utilizada na irrigação, dose de esterco e época de avaliação. Entretanto, o aumento no Fass foi muito significativo, da ordem de aproximadamente três vezes e meia em relação aos teores iniciais (Figura 33b).

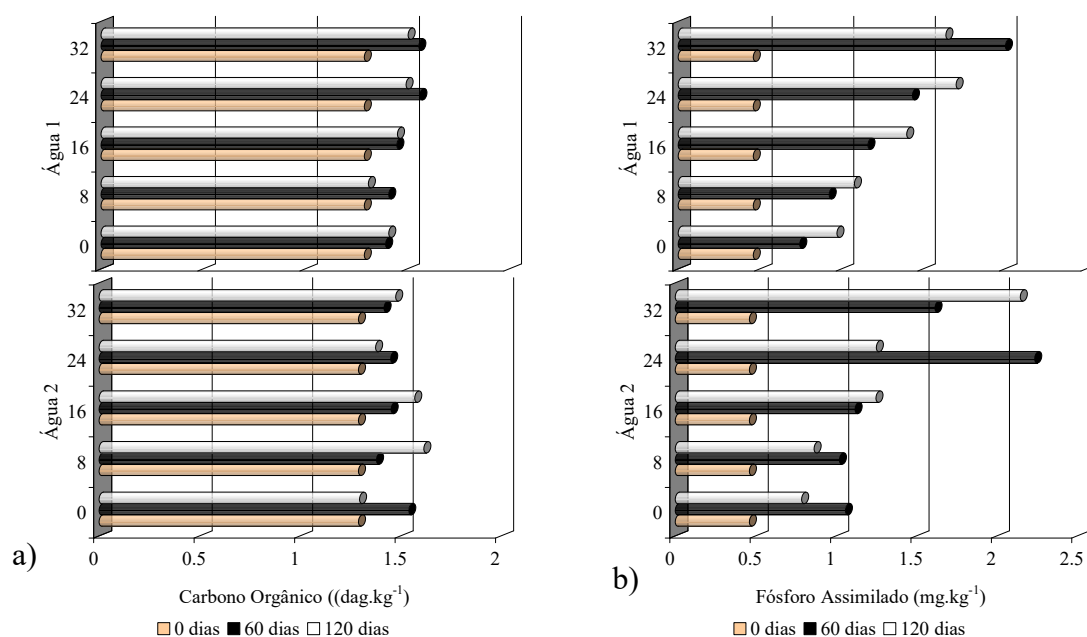


Figura 33. Características químicas (a. carbono orgânico; b. fósforo assimilável) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

Pelos teores de cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), sódio (Na^{+}) e potássio (K^{+}), observados na Tabela 19, verifica-se que estes elementos tiveram comportamentos distintos. O teor Ca^{+2} teve uma redução de aproximadamente 35 % em relação aos valores iniciais. Considerando os tratamentos adotados e a época de avaliação a redução do teor de cálcio foi maior quando se utilizou água de alta salinidade. O teor de Mg^{+2} , semelhantemente ao ocorrido com o Ca^{+2} , teve seus, valores reduzidos, independente dos tratamentos e da época de avaliação. Verificando maiores reduções quando se utilizou água de alta salinidade, tanto aos 60 como 120 DAS (Figura 34).

O Na^{+} , elemento considerado não essencial às culturas e responsável pela dispersão das partículas do solo, causando problemas de aeração, além da toxidez direta e redução da atividade da água a ser utilizada pelas plantas (OLIVIERA, 1997; CAVALCANTI, 1998 e AYERS e WESTCOT, 1999), teve elevação no seu teor da ordem de, aproximadamente, cinco vezes a dose inicial quando se utilizou água de baixa salinidade, mesmo com elevação nas doses de esterco. Quando se utilizou água de alta salinidade este aumento no teor de sódio chegou à ordem de aproximadamente quatorze o teor inicial. Este aumento no teor de sódio trocável, possivelmente, está associado ao sódio existente na água de irrigação. Observando os teores de K^{+} na Tabela 19, verifica-se que os mesmos também aumentaram, assim como aconteceu com o teor de sódio,

embora pareça discreto, na verdade corresponde a uma elevação de aproximadamente 76% em relação ao teor inicial (Figura 35).

Os teores da acidez potencial (H+Al) e do alumínio (Al) se elevaram consideravelmente tanto para água de baixa como de alta salinidade, bem como com as dosagens de esterco utilizadas. Sendo que para a H+Al, os aumentos foram verificados independentes da época de avaliação, enquanto que para os teores de apenas Al, foram observados apenas para os 120 DAS e independente da água utilizada e da dose de esterco (Figura 36). Este fato pode estar possivelmente, associado à liberação destes elementos a partir da decomposição dos materiais orgânicos do solo (doses de esterco).

O aumento verificado nos teores de sódio e da condutividade elétrica da solução do solo, bem como na redução do magnésio e cálcio, a princípio, não é preocupante, desde que se tenha monitoração do solo e que se faça uso de outras práticas de manejo, além do uso da matéria orgânica, neste caso de esterco. Buscar cultivos em épocas das chuvas que possibilitem a infiltração da água e proporcione a lavagem e saída do perfil do solo o excesso de sódio e, se preciso for, usar adubos ou corretivos à base de sulfatos (KIEHL, 1979; CAVALANTI, 1998).

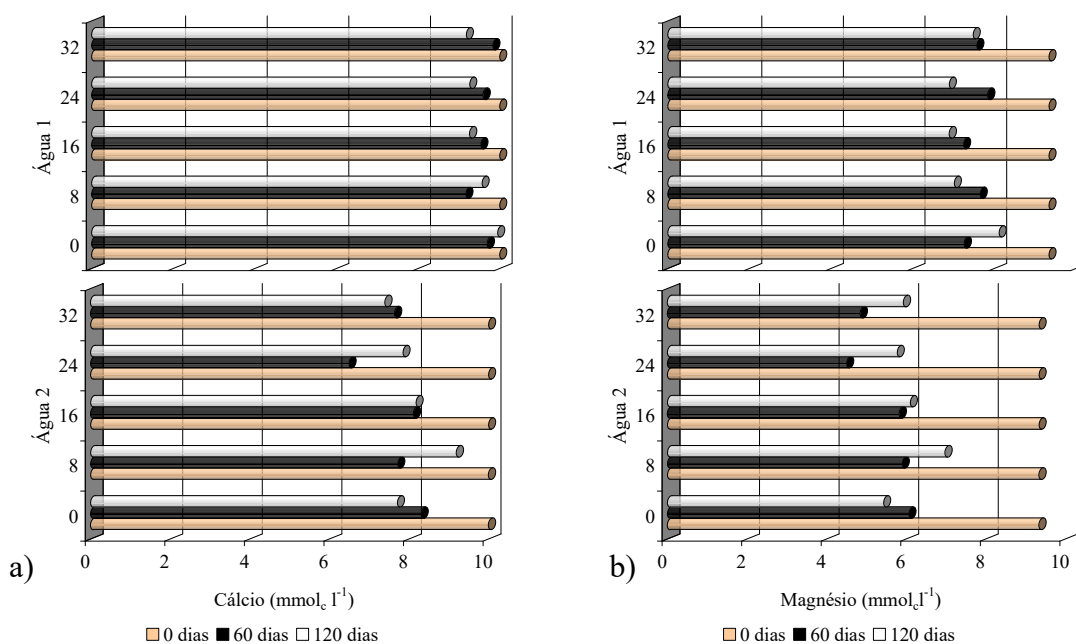


Figura 34. Características químicas (a. cálcio; b. magnésio) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

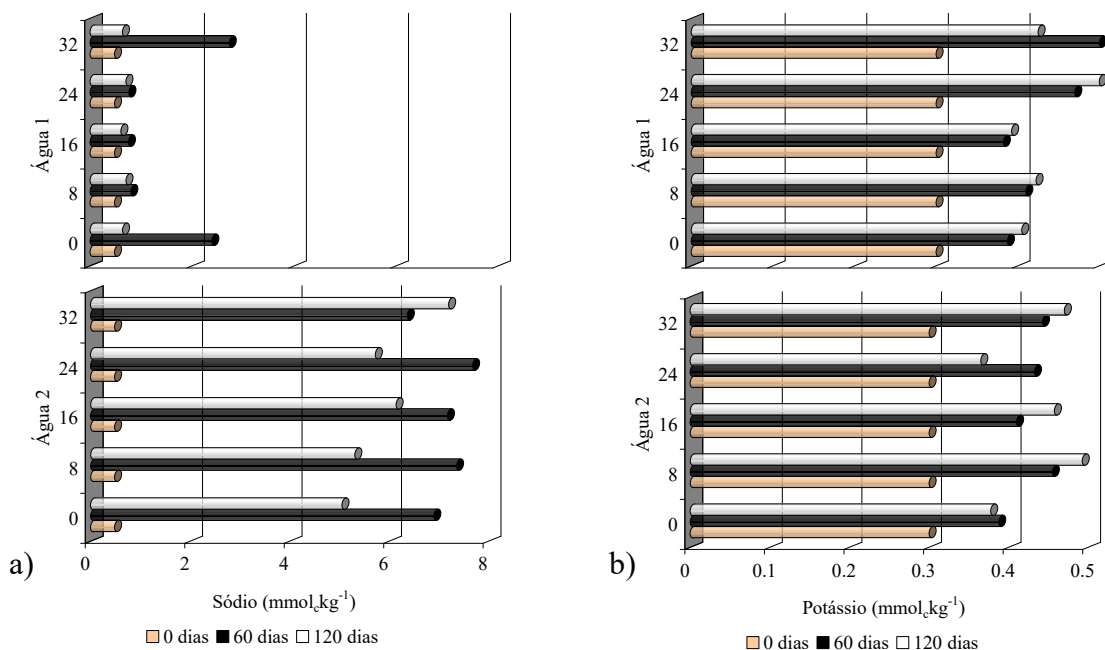


Figura 35. Características químicas (a. sódio; b. potássio) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE, 2006.

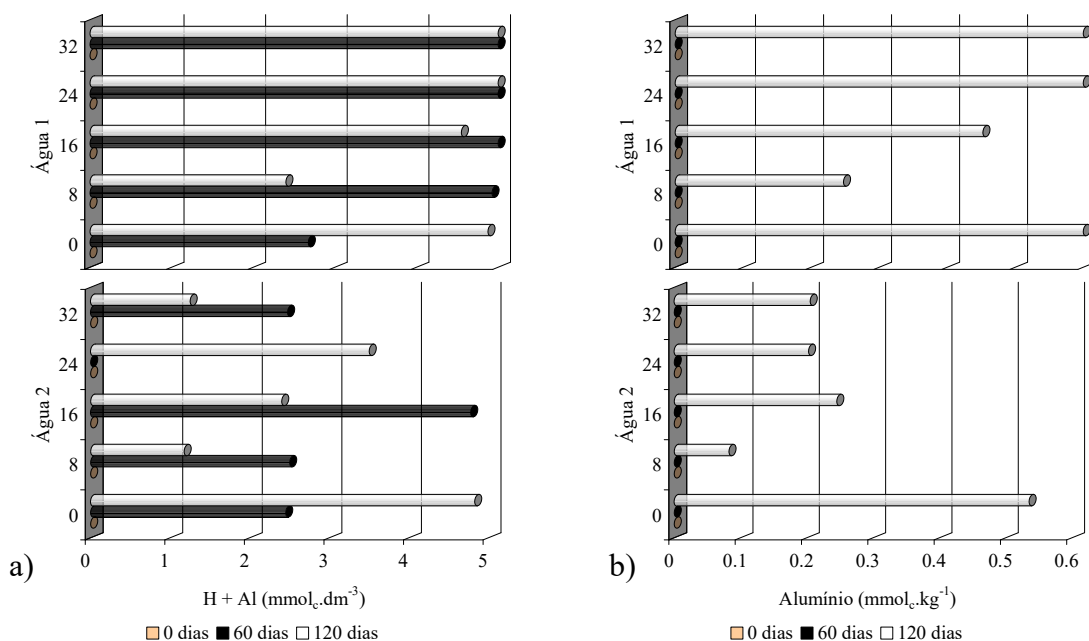


Figura 36. Características químicas – a_ acidez potencial (H + Al), b_ e alumínio (Al) do solo antes do plantio, aos 60 e 120 DAS do algodoeiro colorido adubados com diferentes doses de esterco bovino e irrigados com dois tipos de água. Barbalha-CE.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos e analisados no presente estudo, conclui-se:

1. Houve aumento no extrato de saturação do solo, dos teores de cálcio, sódio, potássio e magnésio, mesmo com o uso de água de baixa salinidade. O aumento nos teores de cálcio e magnésio não foi suficiente para reduzir os teores de sódio e conseqüentemente proporcionou aumento da RAS e no PST do solo.
2. Independente dos tratamentos e da época de avaliação houve significativo aumento no teor de cloreto no extrato de saturação do solo.
3. Houve uma redução do pH do solo, girando em torno de 6,2 com o uso do esterco bovino, independente do tipo de água usada na irrigação.
4. As características de crescimento (altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e índice de área foliar) foram independentemente da água utilizada na irrigação, prejudicadas quando se utilizou com uma dose de esterco inferior a 16 t.ha⁻¹.
5. Dentre as características da produção verificou-se que apenas a floração foi influenciada pelas doses de esterco.
6. O número de capulho; peso de 1 capulho e a produção em caroço, foram influenciados negativamente pelo tipo de água de irrigação. Quando irrigados com água de alta salinidade, os mesmos tiveram reduções da ordem de 49,83%, 10,64% e 64,36%, respectivamente.
7. O tipo de água de irrigação influenciou significativamente o peso de 20 capulhos, o peso da pluma, a porcentagem da fibra e o índice micronaire da fibra do algodoeiro colorido.
8. Dentre as características da fibra do algodoeiro de fibra colorido, as doses de esterco exerceram influencia apenas sobre o alongamento à ruptura.
9. O uso da água de alta salinidade na irrigação de culturas como o algodão herbáceo, pode ser uma alternativa viável para pequenos e médios produtores, desde que se tenha um controle e manejo adequados dos parâmetros de salinidade dessa água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. de; GISBERT, J. M. Variación en la calidad Del água de riego em um huerto de cítricos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**, v.10,n.1, p.64-69, 2005.

AL-NABULSI, Y.A. Saline drainage water, irrigation frequency and crop species effects on some physical properties of soils. **Journal of Agronomy e Crop Science**, v.186, p.15-20, 2001.

AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N.E. de M.; MEDEIROS, J. da C. Indicadores edafo-climáticos para o zoneamento do algodoeiro arbóreo. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.369-371.

AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M. **Determinação da época de irrigação em algodoeiro herbáceo por via climatológica.** Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 17p. 1992. (EMBRAPA - CNPA. Comunicado Técnico, 34).

AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M.; ARAÚJO, A. E. de; GOMES, D.C. **Definição de época de plantio dos algodoeiros arbóreo e herbáceo para o Nordeste brasileiro.** Campina Grande: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 1998. 20p (EMBRAPA CNPA. Comunicado Técnico.77).

AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M. Zoneamento do algodão herbáceo no nordeste. In: BELTRÃO, N. E. de M.(org.). **O agronegócio do Algodão no Brasil.** Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia, 1999, v.1 (2v.),p.213-229.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.867-874, 2000.

ARAÚJO FILHO, J.A. Manipulação da vegetação da caatinga para fins pastoris. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 3., 1990, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPb, 1990. p.80-93.

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.

ASHRAF, M.; O'LEARY, J.W. Responses of a salt-tolerant and a salt-sensitive line of sunflower to varying sodium/calcium rations in saline sand culture. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.20, n.2-3, p.361-377, Feb./Mar., 1997.

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, 128p. 1995.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D. W. (trad.) **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 218p. 1999. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).

AZEVEDO, R.V. de; RAMANA RAO, T. V; AMORIM NETO, M. da S.; BEZERRA, J.R. C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Estimativa do consumo hídrico de um cultivo de algodão herbáceo irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., Viçosa, 1991. **Resumos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 229-231. 1991.

AZEVEDO, R.V. de; RAMANA RAO, T. V; AMORIM NETO, M. da S.; BEZERRA, J.R. C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MACIEL, G. F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n.7, p. 863-870, 1993.

BARBOSA, M.Z. Análise da elasticidade de transmissão de preços no mercado brasileiro de algodão. **Nova economia**, Belo Horizonte, v 12, n. 2, p. 79-108, 2002.

BARRETO, A. N.; BELTRÃO, N.E. de M.; BEZERRA, J.R.C.; LUZ, M. J. da S. E. **Configuração de plantio na cultura do algodoeiro herbáceo irrigado por sulcos**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 7p. 1994. (EMBRAPA-CNPA. Pesquisa em Andamento, 18).

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, P. 82-84. 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e funções da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. DE O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo – ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, p.09-23. 1999.

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, 168p. 1986. (Estudo Econômicos e Sociais, 32).

BELTRÃO, N. E. de M.; BEZERRA, J. R. C.; BARRETO, A. N.; LIMA, E. F.; OLIVEIRA, F. de A.; RAMALHO, F. de S.; SANTANA, J. C. F. de; COSTA, J.N. da; MEDEIROS, J. da C. **Recomendações técnicas para cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeira e irrigado nas regiões nordeste e norte do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1993. 72p. (EMBRAPA/CNPA, Circular Técnica, 17).

BELTRÃO, N. E. de M. Algodão brasileiro em relação ao Mundo: situação e perspectivas/In: BELTRÃO, N. E. de M.(org). **O agronegócio do Algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de Tecnologia, 1999,v. 1 (2v.),p. 15-27.

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, 41p. 2003.

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

BEZERRA, J.R.C.; AMORIM NETO, M. da S.; AZEVEDO, RV. de; RAMANA RAO, T. V; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; SILVA, M.B. da. Estimativa do consumo hídrico do algodoeiro herbáceo cultivar CNPA Precoce 1. In:EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Relatório técnico anual 1990-1991**. Campina Grande, p. 218-221. 1992.

BEZERRA. J.R.C.; BARRETO, A. N.; SILVA, B. B. da; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; RAMANA RAO, T. V; LUZ, M. J. da S.; MEDEIROS de; SOUZA, C.B. de; SILVA, M.B. da. Consumo hídrico do algodoeiro herbáceo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB) **Relatório técnico anual 1992-1993**. C na Grande, p. 151-154. 1994.

BEZERRA, J. R.C.; AMORIM NETO, M. DA S.; SILVA, M. J. DA. L.; BARRETO, A. N.; SILVA, L. C. Irrigação do algodoeiro herbáceo. In: BELTRÃO, N. E. De M; (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-Algodão. v. 2 p 617-682. 1999.

BEZERRA NETO, F.; HOLANDA, J.S. de; TORRES FILHO, J.; TORRES, J.F. Níveis de máxima eficiência econômica de esterco de curral no cultivo caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 5, p.567-571, 1984.

BOQUET, D. J.; BREINTENBECK, E. A. Beneficial use of municipal, industrial and agricultural wastes in cotton productio. In: WORLD COTTON CONFERENCE, 2, 1988. Athens, Greece. New Frontiers on cotton research. **Proceedings...** Athens, Greece, 1998. p.1117-1120.

BRASIL. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: DNMET, 1992, p.6.

BUSCHLE-DILLER, G.; KNIGHT, C.; PERSON, A.; FOX, S.V. Naturally colored cottons - shade changes upon wet treatments. In. Beltwide Cotton Conference, 1998, Memphis, **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1998, p.730-732.

CARVALHO, L. P.; SANTOS, J.W. Respostas correlacionadas do algodoeiro com a seleção para a coloração da fibra. Brasília: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.38. n.1, Janeiro, P.79-83. 2003.

CASSUCE, F. C. da C.; MATTOS, L. B. de.; GOMES, S. T. Oferta e demanda de produtos agrícolas no Brasil: 2008 e 2012. **Revista de política agrícola**. Ano XV. n.2. Abr./Maio/Jun. 2006.

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2. Aproximação**. Recife: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, 2 edição revisada, 1998, 198 p.

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.

CHRISTOFIDIS, D. Água: gênese, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.genderandwater.org/page/2762>>. Acessado em: 20 de Out. 2006.

CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafos. 286p. Il. 1999.

CONAB, **Companhia Nacional de abastecimento**. Avaliação da safra agrícola 2005/2006: nono levantamento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/safras/9levantamento>. Acessado em 15 de outubro 2006.

CONTESTADO. Localização do Município de Barbalha-CE. Disponível em: <<http://www.contestado.com.br>>. Acesso em: 18 de Ago. 2006

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

CORRÊA, J. R. V. **Algodoeiro: Informações básicas para o cultivo**. Belém: EMBRAPA-UEPAE, 1989. 29p. Documentos, 11.

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.

COSTA, J. A.; NAVARRO JÚNIOR, H. M. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção em grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.37, n.3, p.269- 274, Mar. 2002.

CRAMER, G.R.; LÄUCHLI, A.; POLITO, V.S. Displacement of Ca²⁺ by Na⁺ from the Plasmalemma of root cells. **Plant Physiology**, Rockville, v.79, n.1, p.207-211, Sept. 1985.

DAVENPORT, R.J.; REID, R.J. e SMITH, F. A sodium-calcium interactions in two wheat species differing in salinity tolerance. **Plant Physiology**, 99:323-327, 1997.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 306p. 1994. (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem. 33).
DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades Hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 2004p. 1997. (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem. 24).

EMBRAPA. **Algodão conquista o cerrado.** Disponível em: <http://ww21.sede.embrapa.br/linhas_de_acao/ecossistemas/cerrado/cerrado_12/mostra_documento>. Acesso em: 20 de mai. 2006.

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

FERREIRA, I. L.; FREIRE, E. C. Industrialização. In: BELTRÃO, N. E.M. (org.) **O agronegócio do algodão no Brasil.** V.2. Brasília, DF: Embrapa, Comunicado para transferência de tecnologia, p.897-931. 1999.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...**45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria.** UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

FERREIRA FILHO, J.B.S. A comercialização de algodão do Brasil. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: tecnologia de produção.** Dourados, 001. p.35-53.

FERREIRA, P. A.; GARCIA, G DE O; SANTOS, D. B. DOS, OLIVEIRA, F. G. **Uso de água salina na agricultura.** In: Workshop “Uso e Reúso de Águas de Qualidade Inferior: Realidades e Perspectivas”. Campina Grande, 2005.

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

FONSECA, G. R. da; SANTANA, J. C. F. de. **Resultados de ensaio HVI e suas interpretações (ASTM D-4605).** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 13p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 66).

FREIRE, E.C.; SOARES, J.J.; FARIAS, F.J.C.; ARANTES, E.M.; ANDRADE, F.P. de. **Cultura do algodoeiro no estado do Mato Grosso.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 65p. 1997. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica, 23).

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

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

GOMES, C.C.S.; AGUIAR NETO, A. de O.; CAMPECHE, L. F.de S. M. BLANDCO, F.F. Salinização do solo no perímetro irrigado da Califórnia. In: XIII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2003, Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2003. p1-5.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 3. ed. Piracicaba: NOBEL, 436p. 1982.

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação. Hidráulica dos sistemas pressurizados aspersão e gotejamento.** Campina Grande: UFPB. 3ª Edição. 412 p. 1999.

GRIMES, D. W.; EL-ZIK, K. M. Cotton. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. Irrigation of agricultural crops. Madison: **Soil Science Society of America**. P.741-773. (Serie Agronomy, 30). 1990.

HAMBY, D.S. ed. **The American cotton handbook**. 3. ed RALEIGH, North Carolina: N.C. State University at Raleigh, 1966.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANSUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (ed.) – **Reúso de água**. São Paulo: USP/ Faculdade de Saúde Pública. 577p. 2003.

HOFFMAN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 86, p.263-275, 2001.

HOLANDA, J. E; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E; MEDEIROS, J. M. (Ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB/SBEA, p.137-169. 1997.

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.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612ez=peo=18>>. Acessado em: 15 ago. 2007.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia da Agricultura e Reforma Agrária**. Normais climáticas (1961/1990). SNI/MARA. Departamento Nacional de meteorologia. 1992.

JÁCOME, A. G. **Crescimento e produção de genótipos de algodoeiro em solo salino-sódico**. Campina Grande: UFPB. 127p. 1999. (Dissertação de Mestrado).

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia. Relações solo-planta**. São Paulo, SP, Ceres, 1979. 262 p.

KORKOR, S. A.; HILLEL, M. H. Use of saline water for irrigating wheat crop. **Agrochemical**, v.20, n.1-2, 1976.

KRAMER, P.J. **Plant and soil water relationships: a modern synthesis**. New York, McGraw-Hill, 1969. 538p.

KRANTZ, B.A.; SWANSON, N.P.; STOCRINGER, K.R.; CARRECER, J.R. Irrigation contton to insure higher yeilds. **Yarbook Agriculture**. p.381-388. 1976.

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. p. 91-141. 1983.

MAAS, E. V. Crop tolerance. **California Agriculture**, Berkeley, v.38, n.10, p.20-21. 1984.

MAAS, E.V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal 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 / Chapingo, México Universidade Anotôn., n. 9, p. 1-18, 1980.

MAAS, E.V.; NIEMAN, R.H. Physiology of tolerant plants to salinity. In: Jung, G.A. (ed.). Crop tolerance to sub-optimal land conditions. Madison: **American Society Agronomy 1978**. cap. 1. p.277-299. Special Publication, 32.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU/EDUSP, P.331-350. 1979.

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, 109p. 1987.

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.

MARUR, C.J. Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. In: Instituto Agrônômico do Paraná. **Recomendações para cultura do algodoeiro no Paraná**. Londrina, 1993. p.2-7. Circular, 107

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. 51p. 1996. (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, p.173. 1992. (Dissertação de Mestrado).

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. **Journal Plant Nutrition**. v. 24, n. 3, p. 599 – 612, 2001.

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

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

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. 74p. 1993. (Tese de Doutorado).

OLIVEIRA, M. **Os solos e o ambiente agrícola no sistema piranhas-açu.** Mossoró: ESAM/FGD, 1988. 314p. (Coleção Mossoroense).

OLIVEIRA, E. A. de. **Determinação da época de plantio e uso consuntivo do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. Coker 100A) no sub-médio São Francisco.** Campina Grande: UFPB, 71p. 1976. (Dissertação de Mestrado).

OLIVEIRA, M. de. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sal.s. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (Eds.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande, PB: UFPB. 1997, p. 1-35.

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.

PANGEA. **Quinzenário de política, economia e cultura.** Disponível em: <<http://www.clubemundo.com.br>>. Acesso em: 09 de out. 2006.

PASSOS, S. M. de G. **Algodão.** Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977, 424p.

PASTERNAK, D.; TWERSKY, M.; MALACH, Y. Salt resistance in agricultural crops. In: MUSSED, H.; STAPLES, R.C. (Eds.). **Stress physiology in crop plants.** New York: John Wiley and Sons Inc., P.127-1. 1979.

PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos Hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, Pb, 2000, v.4, n.3, p.465-473.

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 e Sans, Inc. p.319-360. 1999.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos.** Madrid. Ed. Agrícola Española, S. A, 542p. 1985.

POLJAKOFF-MAYBER, A.; LERNER, H. R. Plants in saline environments. In: PASSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop stress.** New York: Marcel Dekker. Cap.4, p. 65-96. 1993.

PORTO FILHO, F. de Q.; MEDEIROS, J. F.; MAIA, C. E.; DANTAS, D. da C., PINTO, A. C.; GHEYI, H.R. Salinidade do solo e produção do meloeiro irrigado com água salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, PB, DEAg/UFCG. Suplemento, p.353-358, 2005

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000.

RALJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo, Ceres-Potafos, 1991, 343p.

RAMOS, S de F. **Cadeia de Produção do Algodão e o Atual Cenário Internacional**. São Paulo. IEA. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br>. Acessado em: 15 de agosto de 2007.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Editora Manole 188p. 1987.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Piracicaba: USP/ESALQ. Dpto. Física e Meteorologia, 1993. 505p.

REINHARDT, D. H.; ROST, T. L. Developmental changes of cotton root primary tissues induced by salinity. **International Journal Plant Science**. 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. 117p. 2000. (Estudos FAO Irrigação e drenagem, v. 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, P. 1089-1142. 1990. (Agronomy, 30).

RIBEIRO, F. L. **Efeito do sódio no desenvolvimento do algodoeiro mocó (*Gossipium 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. 160p. 1954. (USDA. **Agriculture Handbook**, 60).

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G.A. de. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro. In: **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão, 2001. p. 11-22.

RUSH, D. W.; EPSTEIN, E. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into a domestic tomato. **Journal American Society of Horticulture Science**, Geneva. v.106, p.699-704. 1981.

SANTANA, J. C. F. de; WANDERLEY, M. J R. **Interpretação de resultados de análises de fibras, efetuadas pelo instrumento de alto volume (HVI) e pelo finurímetro-maturímetro (FMT2)**. Campina Grande: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 1995, 9p (EMBRAPA-CNPA. Comunicado Técnico. 41).

SANTANA, J. C. F. de; WANDERLEY, M. J. R.; BELTRÃO, N. E. de M. ; VIEIRA, D. J Características da fibra e do fio do algodão: análise e interpretação dos resultados.

In: BELTRÃO, N. E. de M.(org.). **O agronegócio do Algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, Comunicação para transferência de Tecnologia, 1999, v.2 (2v.), p.857-878.

SANTANA, JOÃO C. F., FREIRE, E.C.; ANDRADE, F.P. de; SANTANA, J.C. da S.; WANDERLEY, M.J.R.; LIMA, M. do S.N. O potencial de novas linhagens do algodoeiro arbóreo de fibras coloridos selecionadas no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1., Fortaleza, CE, 30set.-3 out. 1997. **Anais...** p.407-410.

SANTANA, J. C. F. de. **Características tecnológicas da fibra de duas cultivares de algodão armazenada em dois municípios paraibanos**. Campina Grande: UFCG/CCT, 2002.p.48. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, J. A. S. **Efeito da temperatura, pré-embebição e salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*)**. Campina Grande: UFPB. 91p. 1981. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, R. V.; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E; MEDEIROS, J. M. (Ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB/SBEA, p.289-317. 1997.

SANTOS, J. G. R. dos. **A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática**. Campina Grande-PB. 171p. 2000.

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

SHANNON, M.C. In: quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. **Horticulture Science**, v.14, p.587-589. 1979.

SILBERBURSH, M. e BEM-ASHER, J. The effects of salinity on parameters of potassium and nitrate uptake of cotton. **Soil Science and Plant Nutrition**. v.18, n.1, p.65-81, 1987.

SILVA, G.A. **Efeito 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. 84p. 1981. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, M. N. B. da. **Manejo cultural do algodoeiro colorido BRS 200 em cultivo orgânico no semi-árido paraibano**. Areia: UFPB/CCA, 2003. 114p (Tese de Doutorado).

SIQUEIRA, E. C. da. **Crescimento e produção do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26 sob estresse salino**. Campina Grande: UFCG, 2003. 57 p. Dissertação Mestrado (Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

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 of Horticulture Science**, Geneva. v.13, p.889-893. 1988.

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. 285p. 1987. (Thesis Magister Science).

TEDESCHI, A.; DELL'AQUILA, R. Effects of irrigation with saline waters at different concentration, on soil physical and chemical characteristics. **Agricultural water Management**, New York, v.77, n.2, p.308-322. 2005.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, Cap. 3, 1999, p.27-39.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in **Climatology**, vol. VIII, n.1)

VAN ALPHEN, D. W. VERHOEVEN, B. Salt-affected soils and their reclamation. Wageningen: **22 International Course on Land Drainage**. 34p. 1983.

USDA. Cotton área, yield and production. **World and Selected Countries**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2005/05/09/Cotton.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2005.

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

VIDAL, M. de F.; CARNEIRO, W. M. A. **Cotonicultura nos cerrados nordestinos: produção, mercado e estruturação da cadeia produtiva**. Fortaleza: BNB, 2006. 82p.: il. (Série Documentos do Etene, 13).

VREELAND JUNIOR, James. **Naturally pigmented organic cotton. In: Organic cotton: from field to final product**. London: Intermediate Technology Publications Ltd, 1999. p.47-49.

WADDLE, B. A Crop growing practices. In: KOMEL, R. J.; LEWIS, C. P. (Ed.). **Cotton**. Madison: **American Society of Agronomy**, P. 233-263 1984. (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**, Madison, v.59, p.484-486, 1967.

WORLD BANK. **Irrigation and drainage research**. s.l., v.1, 21p. 1990.