



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**



## **DISSERTAÇÃO**

**TOLERÂNCIA DE ALGODOEIROS NATURALMENTE COLORIDOS  
AO ESTRESSE SALINO CUMULATIVO NO TERCEIRO CICLO DE  
CULTIVO**

**KYONELLY QUEILA DUARTE BRITO**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**  
**FEVEREIRO- 2016**

KYONELLY QUEILA DUARTE BRITO  
Bacharel em Engenharia Agrícola

**TOLERÂNCIA DE ALGODOEIROS NATURALMENTE COLORIDOS  
AO ESTRESSE SALINO CUMULATIVO NO TERCEIRO CICLO DE  
CULTIVO**

Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes

Dissertação apresentada à  
Coordenação do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola,  
do Centro de Tecnologia e Recursos  
Naturais da Universidade Federal de  
Campina Grande, em cumprimento  
das exigências para obtenção do título  
de Mestre em Engenharia Agrícola,  
área de concentração Irrigação e  
drenagem.

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AGRÍCOLA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E  
DRENAGEM



FEVEREIRO – 2016

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

KYONELLY QUEILA DUARTE BRITO

TOLERÂNCIA DE ALGODOEIROS NATURALMENTE COLORIDOS AO  
ESTRESSE SALINO CUMULATIVO NO TERCEIRO CICLO DE CULTIVO

BANCA EXAMINADOR APARECER

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes  
Orientador

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo  
Examinador

\_\_\_\_\_  
Dr. Geovani Soares de Lima  
Examinador

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
FEVEREIRO – 2016

## AGRADECIMENTOS

*A DEUS, grande criador, gestor de todas as coisas e refúgio de todos os momentos, por me conceder a vida e nela realizar tantas maravilhas colocando em meu caminho pessoas que contribuíram fundamentalmente para minhas conquistas, ajudando-me a vencer as dificuldades.*

*Ao meu marido Epitácio de Andrade pelo companheirismo, apoio, carinho, amizade e auxílio na realização deste trabalho.*

*Aos meus pais, Marinalvo e Dorinha, pelo apoio em todos os momentos, dando-me, o quanto podiam, os melhores alicerces educacionais, assim como para minhas irmãs.*

*As minhas irmãs Quezia, Quelma e Quedla, pela amizade, companheirismo e ajuda no desenvolvimento da pesquisa.*

*Ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, pelo acolhimento e por me proporcionar a realização deste curso.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.*

*Ao Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes pela contribuição à minha vida acadêmica e por todos os ensinamentos transmitidos.*

*Aos professores do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola pelos ensinamentos prestados.*

*Ao professor José Geraldo Baracuhy pela oportunidade do estágio docência na disciplina Manejo dos Recursos Naturais.*

*Aos funcionários da Coordenação da Pós e da Graduação em Engenharia Agrícola, Dona Cida, Gilson, Isaías, Aldaniza e Cardoso, pela prestatividade, assim como aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) pelo auxílio nas tarefas sempre que necessitava.*

*Em especial a Lauriane e Giovani, por me ensinarem, tiraram dúvidas e me auxiliarem na condução e conclusão do meu trabalho, sempre estando disponível quando precisei.*

*Aos amigos de graduação: Felipe Guedes, José Geraldo, Joyce Edja, Mayra Gislayne, Jean Guimarães e Elka Costa entre outros, pela valiosa amizade, companheirismo e ajuda.*

*Aos amigos da Pós- graduação: Kalyne Sonaly, Viviane Farias, Érica Almeida, Diego Azevedo e Janivan Suassuna, pela valiosa ajuda e incentivo.*

*Ao estudante de graduação Gideilton Dantas, bolsista de iniciação científica, pela ajuda durante a execução do experimento.*

*Por fim, agradeço aos demais amigos de convívio pessoal que contribuíram essencialmente na conclusão deste trabalho, bem como, na construção da minha vida social, fazendo desta mais alegre.*

## SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	8
RESUMO .....	10
ABSTRACT .....	11II
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>I</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>I4</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
3.1. A CULTURA DO ALGODÃO .....	15
3.1.1. <i>O algodoeiro colorido</i> .....	16
3.1.1.1 <i>BRS Rubi</i> .....	16
3.2. SALINIDADE NAS PLANTAS.....	17
3.1.1.1 <i>BRS Rubi</i> .....	17
3.1.1.1 <i>BRS Safira</i> .....	18
3.2.2. <i>Salinidade em algodoeiro</i> .....	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
4.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	21
4.2. FATORES E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
4.3. UNIDADE EXPERIMENTAL.....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
4.4. SEMEADURA .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
4.5. PREPARO DA ÁGUA SALINIZADA .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
4.6. MANEJO DE IRRIGAÇÃO .....	26
4.7. TRATOS CULTURAIS COMPLEMENTARES .....	27
4.8. VARIÁVEIS A SEREM ANALISADAS .....	27
4.8.1. <i>Variáveis de crescimento</i> .....	28
4.8.2. <i>Parâmetros fisiológicos</i> .....	<i>Erro! Indicador não definido.</i> 28
4.8.34. <i>Componentes de produção</i> .....	28
4.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
5.1. VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO.....	29
5.2. VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
5.4. PRODUÇÃO DE FITOMASSA .....	47
5.5 COMPONENTES DE PRODUÇÃO.....	53
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>56</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabela 1.</b> Resumo das análises de variância para o número de folhas (NF) aos 37, 47, 57, 72 e 92 dias após a semeadura em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.....	<b>29</b>
<b>Tabela 2.</b> Resumo das análises de variância relativa a altura de plantas (AP) aos 37, 47, 57, 72, 92 e 112 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.....	<b>34</b>
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância relativa ao diâmetro do caule (DC) aos 37, 47, 57, 92 e 112 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.....	<b>39</b>
<b>Tabela 4.</b> Resumo das análises de variância para condutância estomática (gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de $\text{CO}_2$ (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência instantânea no uso da água (EUA) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) / (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ], concentração interna de $\text{CO}_2$ (Ci) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) / (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ] aos 20, 65 e 108 dias após a semeadura em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.....	<b>45</b>
<b>Tabela 5.</b> Resumo das análises de variância para fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA), em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.....	<b>49</b>
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância para número de capulhos, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.....	<b>52</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para o número de folhas por planta (NF) do algodoeiro aos 37, 47, 57, 72 e 92 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2016.....	30
<b>Figura 2.</b> Número de folhas (NF) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2016.....	32
<b>Figura 3.</b> Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para altura de plantas (AP) do algodoeiro aos 37, 47, 57, 72, 92 e 112 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas e maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,01$ ) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,01$ ), respectivamente.....	36
<b>Figura 4.</b> Altura de Plantas (AP) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2016.....	38
<b>Figura 5.</b> Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para diâmetro do caule (DC) do algodoeiro aos 37, 47, 57, 92 e 112 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas e maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,01$ ) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,01$ ), respectivamente.....	41
<b>Figura 6.</b> Diâmetro do Caule (DC) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2016.....	43
<b>Figura 7.</b> Teste de médias referente condutância estomática (gs) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2016. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott, $p < 0,05$ .....	46
<b>Figura 8.</b> Teste de médias referente condutância estomática (gs) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2016. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott, $p < 0,05$ .....	47
<b>Figura 9.</b> Teste de médias referente à taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (A) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott, $p < 0,05$ .....	48
<b>Figura 10.</b> Teste de médias referente à fitomassa da folha (FSF) em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2016. Letras	

minúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$ ).....	<b>50</b>
<b>Figura 11.</b> Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para a fitomassa de caule (FSC) e fitomassa da parte aérea (FSPA) do algodoeiro .Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$ ) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,01$ ), respectivamente.....	<b>51</b>
<b>Figura 12.</b> Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o número de capulhos. Campina Grande, PB, 2016.Letras minúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$ ) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,01$ ), respectivamente.....	<b>53</b>
<b>Figura 13.</b> Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para massa do algodão em pluma e em caroço. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$ ) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,01$ ), respectivamente.....	<b>55</b>

BRITO, K.Q.D. Tolerância de algodoeiros naturalmente coloridos ao estresse salino cumulativo no terceiro ciclo de cultivo. 2016. 64f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

## RESUMO

A qualidade da água na região Nordeste é um fator limitante, sendo relevantes os estudos para utilização desses recursos na irrigação de cultivos agrícolas, bem como, desenvolvimento de práticas de manejo cultural adequadas e uso de espécies mais tolerantes à salinidade, a exemplo o algodoeiro. Nesse sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a tolerância de genótipos de algodoeiro colorido ao estresse salino cumulativo, variando os estádios de desenvolvimento das plantas. Em experimento realizado em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campus de Campina Grande, foram avaliados dois genótipos de algodoeiro (G1 - BRS Rubi e G2 - BRS Safira), submetidos a dez estratégias de manejo da salinidade, variando a qualidade da água aplicada em fases diferentes do ciclo das plantas e utilizando sementes formadas sob estresse salino no cultivo anterior. Combinados os fatores no delineamento em blocos casualizados, resultaram em 20 tratamentos (2 x 10) com três plantas por parcela e três repetições. Foram avaliadas variáveis de crescimento, fisiológicas e de produção das plantas em diferentes fases do ciclo das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F', comparando-se as médias por Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) para as estratégias de manejo da irrigação e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para os genótipos de algodoeiro. Dentre os genótipos o 'BRS Rubi' foi o mais sensível à salinidade da água de irrigação (CEa de  $9 \text{ dS m}^{-1}$ ), independente do estágio de desenvolvimento. A aplicação na fase vegetativa foi prejudicial ao crescimento e ao desenvolvimento não havendo recuperação da planta na fase de floração e de frutificação.

**Palavras-chave:** *Gossypiumhirsutum*L., salinidade, genótipos, crescimento, produção

BRITO, K.S.A. Tolerance of naturally colored cottons to cumulative saline stress in the third crop cycle. 2016. 64f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

### ABSTRACT

Water quality in the Northeast is a limiting factor, the studies for the use of saline water being relevant to irrigate crops, as well as development of appropriate crop management practices and use of more tolerant species to salinity, such as the cotton. In this sense, the objective of this research was to evaluate the tolerance of colorful cotton genotypes to salt stress cumulative, varying the plant developmental stages to provide input to its cultivation in areas affected by salts. In an experiment conducted in a greenhouse of the Academic Unit of Agricultural Engineering, Campus of Campina Grande, were evaluated two cotton genotypes (G1 - BRS Ruby and G2 - BRS Safira), subjected to ten management strategies of salinity, varying water quality applied at different stages of the cycle of the plants, using seeds formed under salt stress in the preceding cultivation. Combined factors in a randomized block design, resulted in 20 treatments (2 x 10) with three plants per plot and three replications. growth variables were evaluated, physiological and production plants in different stages of dicilo plantas. Os data were submitted to analysis of variance by the 'F' test, comparing the averages Scott-Knott ( $p < 0.05$ ) management strategies of irrigation and Tukey test ( $p < 0.05$ ) for cotton genotypes. Among the genotypes BRS Ruby 'was the most sensitive to the salinity of the irrigation water ( $EC_w 9 \text{ dS m}^{-1}$ ), regardless of the stage of development. The application in the vegetative phase was detrimental to growth and development there is no recovery plant at flowering and fruiting.

**Key words:** *Gossypium hirsutum* L., salinity, genotype, growth, production

## 1. INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil possui uma área de, aproximadamente, 969.500 km<sup>2</sup> e se estende por oito estados da região Nordeste, além do norte de Minas Gerais. Suas características naturais lhe conferem relações desfavoráveis, quanto ao balanço hídrico (oferta x demanda de água). Altas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, forte insolação e altas taxas de evapotranspiração, além de baixos índices pluviométricos e regime de chuvas irregular, resultam em rios com baixa disponibilidade hídrica e até intermitentes. Situações de escassez de água são frequentes na região, durante o prolongado período seco (ANA, 2014).

A predominância de rochas cristalinas no subsolo em grande parte do Semiárido brasileiro impõe características salobras e salinas às águas subterrâneas, dificultando seu aproveitamento para consumo humano (SUASSUNA, 1989). Apesar dessas características, essas águas ainda possuem grande importância para a população da região, podendo ser utilizadas por famílias que não dispõem de outras fontes de abastecimento, como também, para uso na agricultura.

O uso de águas salinas na irrigação de produtos agrícolas é um desafio que vem sendo superado, com sucesso, em diversos países, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação (RHOADESETETAL., 2000).

Nesse contexto, torna-se fundamental o uso de um conjunto de práticas que envolvam o manejo do solo, da água e da planta e, entre tais práticas, inclui-se o cultivo de genótipos de elevada tolerância, fato que exige estudos para avaliação do efeito da salinidade sobre aspectos de fisiologia da planta e identificar processos responsáveis por eventuais mecanismos de tolerância (BRITO et al., 2008; FAGERIA et al., 2010). No entanto, isso depende do desenvolvimento de cultivares mais tolerantes à salinidade, fato que exige o desenvolvimento de estudos para avaliação do efeito da salinidade sobre aspectos da fisiologia, crescimento e produção da planta, visando identificar genótipos que melhor se adaptem a tais fatores.

No Nordeste brasileiro, o cultivo do algodão tem sido uma atividade agrícola de grande importância socioeconômica, devido a sua tolerância à salinidade e por ser caracterizada por uma taxa diária de consumo hídrico relativamente baixa (AZEVEDO et al., 1993); fatores essenciais para se obter uma boa produção, uma vez que, nesta região percebe-se um déficit hídrico durante mais de seis meses no ano, coincidindo,

geralmente, com temperaturas elevadas, necessitando-se de irrigação para se obter maiores níveis de produtividade. Entretanto, aliado a irrigação, tem-se outro problema, a baixa qualidade da água de poços, açudes e rios, cada vez mais, salinizados, e que, ao ser utilizada provoca efeitos indesejáveis ao crescimento e à produção das culturas, em geral. Mesmo sendo considerada uma espécie relativamente tolerante, podem ocorrer reduções substanciais no crescimento e na produção do algodoeiro quando exposta à condição de salinidade (FAGERIA e GHEYI, 1997).

Em relação aos efeitos da salinidade, existe grande variabilidade na capacidade de as plantas se ajustarem ao estresse salino, visto que, dentro de uma mesma espécie, podem haver variações entre genótipos e, ainda, para um mesmo genótipo, o nível de tolerância pode variar entre estádios de desenvolvimento. Assim, é fundamental se investigar genótipos mais tolerantes e identificar a fase de maior sensibilidade, pois a salinidade exerce efeitos sobre as plantas em todos os seus estádios de desenvolvimento; em culturas mais sensíveis os efeitos podem variar dos primeiros para os últimos estádios (MAAS e HOFFMAN, 1977; DIAS et al., 2011). Além desses aspectos, acredita-se que a planta pode desenvolver um mecanismo de defesa contra a salinidade, em ciclos sucessivos ao estresse salino.

Assim, é necessária a realização de pesquisas que avaliem o efeito da salinidade sobre aspectos da fisiologia, do crescimento e da produção das plantas de distintos genótipos, com a utilização de sementes provenientes de estresse salino, visando a identificar as melhores formas de manejo, para minimizar os efeitos da salinidade nas plantas de algodoeiro.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar os genótipos de algodoeiro colorido ao estresse salino cumulativo, variando os estádios de desenvolvimento das plantas, no terceiro ciclo de cultivo, visando fornecer subsídios ao seu cultivo em áreas afetadas por sais.

### **2.2. Objetivos específicos**

- a) Avaliar o crescimento de genótipos de algodão colorido, ao estresse salino cumulativo, no terceiro ciclo de cultivo, variando as fases do ciclo fenológico das plantas;
- b) Definir o período do ciclo em que o algodoeiro é mais tolerante ao estresse salino, viabilizando a utilização de água com condutividade elétrica mais alta;
- c) Caracterizar as alterações fisiológicas ocasionadas às plantas pelo estresse salino cumulativo.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. A cultura do algodão

O algodoeiro herbáceo (*Gossypiumhirsutum* L.) é uma dicotiledônea da família *Malvaceae* (FRYXELL, 1984), uma das fibras vegetais de cultivo mais antigo no mundo, sendo uma das culturas de aproveitamento mais completo (LIMA, 2007), pois, além de produzir fibra, produz, também, vários subprodutos aproveitáveis pelo homem, destacando-se a extração do óleo, representando cerca de 17% de todo o óleo vegetal produzido no mundo. Há, ainda, o aproveitamento do linter (fibras curtas, menores que 12,7 mm), com inúmeras aplicações na indústria, como algodão hidrófilo, tecidos rústicos, pólvora e estofamentos, dentre outros (BELTRÃO et al., 2000). Considerando os vários tipos de fibras, de origem natural ou artificial, a pluma do algodão se destaca como a mais importante matéria-prima utilizada em toda a cadeia têxtil do Brasil, um dos principais segmentos da indústria de transformação e, conseqüentemente, da economia do país (CONAB, 2012).

Posicionado, atualmente, como o quinto maior produtor mundial de algodão, ficando atrás da China, Índia, EUA e Paquistão, o Brasil produziu, no ano de 2014, 1.539,1 mil toneladas de pluma (CONAB, 2014). Em Mato Grosso e Bahia são colhidos 82% da produção nacional, com destaque no investimento em biotecnologia, otimização do manejo e gerenciamento do setor (MAPA, 2013).

O algodoeiro herbáceo é uma planta de organografia complexa, com, pelo menos, três tipos de folha, dois tipos de ramificação, metabolismo fotossintético C3, com elevada taxa de fotorrespiração e crescimento indeterminado, além de ser resistente a saís e à seca, de modo geral (BELTRÃO, 2006). A influência do ambiente nas características técnicas da fibra do algodoeiro é maior que a determinada pelos aspectos intrínsecos da cultivar (ANDRADE et al., 2009). Dentre as condições ambientais que influenciam as características tecnológicas da fibra do algodão se destaca a distribuição das chuvas. A ocorrência de precipitações pluviais ou nebulosidade intensa na pré-colheita, quando os frutos já estão abertos, afeta a qualidade da fibra, que é reduzida, substancialmente, e os frutos que ainda não estão abertos apodrecem, reduzindo também a quantidade e a qualidade das sementes (EMBRAPA, 2006).

### **3.1.1. O algodoeiro colorido**

Já foram identificadas 39 espécies silvestres de algodão com fibras coloridas. Na maioria dessas espécies primitivas, o algodão possui fibras coloridas, principalmente na tonalidade marrom. Entretanto, já foram descritos algodões coloridos em tonalidades verde, amarela, azul e cinza. Esses algodões, por longos períodos, foram descartados pela indústria têxtil mundial e, até mesmo, foi proibida sua exploração em vários países, por serem considerados como contaminação indesejável dos algodões de tonalidade branca normal. Esses tipos coloridos foram preservados pelos povos nativos e nas coleções de algodão em vários países (FREIRE, 1999).

Para se adequar às exigências da indústria, a fibra teve de ser melhorada, por processo de melhoramento convencional, utilizado pela Embrapa Algodão, resultando nas cultivares coloridas disponíveis no mercado. Além dos acessos silvestres, a Embrapa Algodão realizou coleta de plantas de algodoeiros asselvajados nas tonalidades creme e marrom, em misturas com algodoeiros brancos cultivados, das espécies *G. barbadense* L. e *G. hirsutum* L., raça Marie Galante Hutch. Foram preservados no banco de germoplasma do Campo Experimental de Patos-PB e, também, utilizados no melhoramento para obtenção de cultivares com fibra colorida. A partir de cruzamentos de cultivares locais com germoplasma introduzido de cor de fibra verde, resultaram nas primeiras cultivares de fibras marrom e verde. Outras fontes de germoplasma foram introduzidas e usadas em cruzamentos, dando origem a diversas cultivares de cor marrom-avermelhada, posteriormente (EMBRAPA, 2011).

Essas cultivares, hoje disponíveis, possuem grande apelo à geração de emprego e renda na agricultura familiar do Semiárido. Segundo Rocha et al. (2009), a utilização de cultivares de algodão com sementes de elevada qualidade física e genética faz do cultivo de algodão colorido um sucesso nacional e internacional, baseado em constantes pesquisas através das quais as plantas são melhoradas com o auxílio dos bancos genéticos. Em virtude dos avanços do melhoramento genético há, atualmente, cultivares recomendadas para o semiárido nordestino, como ‘BRS 187’ (CNPA8H), ‘BRS 201’, ‘BRS Araripe’, ‘BRS Verde’, ‘BRS Safira’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Rubi’ (IPA, 2009).

#### **3.1.1.1. BRS Rubi**

Genótipo obtido por cruzamento entre um material introduzido dos Estados Unidos da América, com coloração da fibra marrom escura, e a cultivar CNPA 7H de

fibra branca de boa qualidade e ampla adaptação à região Nordeste. Após vários ciclos oriundos desse cruzamento foram selecionadas algumas linhagens com fibra marrom escura que participaram de ensaios comparativos de rendimento em vários locais da região Nordeste, durante dois anos. Nestes ensaios, destacou-se a linhagem CNPA 01-22, por sua intensa coloração marrom telha e boa produtividade, registrada como cultivar BRS Rubi (LIMA, 2007).

A ‘BRS Rubi’ possui altura média de plantas de 110cm e ciclo de cultivo correspondente a 140-150 dias, cor da corola e do pólen amarela, iniciando-se o florescimento aos 55 dias; diferencia-se das demais de fibra marrom existentes no Brasil pela coloração da fibra marrom escura ou marrom avermelhada, sendo a primeira cultivar no Brasil com esta característica de cor da pluma. A cultivar BRS Rubi é herbácea ou anual, podendo ser cultivada em regimes de sequeiro, passível de ser explorada na região Nordeste, nos locais zoneados para este tipo de algodão, com rendimento médio superior a 3,5 t ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço, sob regime irrigado (LIMA, 2007; EMBRAPA, 2011).

#### **3.1.1.2. BRS Safira**

A ‘BRS Safira’ é uma cultivar de algodoeiro herbáceo com possibilidade, também, de ser explorada na região Nordeste, nos locais zoneados para esse tipo de algodão. É o resultado do cruzamento de material introduzido dos EUA de fibra marrom-escuro com a cultivar CNPA 87-33 Precoce 3, de boa qualidade e ampla adaptação à região. Sua fibra possui uma cor marrom-escuro ou marrom-avermelhada, porém em tonalidade mais clara que a fibra da ‘BRS Rubi’. Tem altura média de plantas em torno de 1,30 m e um ciclo do plantio até a colheita de 120 a 140 dias. Diferencia-se das demais de fibra marrom, existentes no Brasil, por ter a fibra marrom escura ou marrom avermelhada, sendo, juntamente com a BRS Rubi, as duas primeiras cultivares no Brasil com essas características de cor da pluma. Em regime de sequeiro pode produzir, na região Nordeste, até 3.000 kg ha<sup>-1</sup>, caso as precipitações sejam normais e bem distribuídas (LIMA, 2007; EMBRAPA, 2011).

### **3.2. Salinidade nas plantas**

A utilização de águas salinas na irrigação tem sido um problema para os sistemas de produção agrícola uma vez que acarreta em acúmulo de sais na zona radicular das

culturas promovendo uma redução no crescimento e na produtividade. É importante destacar que o menor crescimento das plantas irrigadas com água salina pode diminuir não somente a eficiência do uso da água, mas, também, resultar em menor extração de nutrientes pelas culturas, reduzindo a eficiência de utilização dos nutrientes aplicados (LACERDA, 2005).

A resposta das plantas sob diferentes condições de salinidade é um fenômeno extremamente complexo, envolvendo alterações morfológicas e de crescimento, além de processos fisiológicos e bioquímicos. Assim, a sobrevivência das plantas em condições de salinidade pode exigir processos adaptativos envolvendo a absorção, o transporte e a distribuição de íons nos vários órgãos da planta, bem como, a compartimentação de nutrientes minerais dentro das células (ZANANDRES et al., 2006; GARCIA et al., 2010).

A salinidade exerce efeitos complexos sobre as plantas (TAIZ e ZEIGER, 2009), como efeitos osmóticos ou influência sobre as relações hídricas (PASTERNAK, 1987) dificultando, assim, o movimento de água e nutrientes através das membranas das raízes para o interior da célula (RIOS, 2004). A concentração excessiva de sais na solução do solo diminui a energia livre da água reduzindo sua absorção pelas plantas. O principal efeito dos sais é osmótico já que o alto nível de sais no solo dificulta a absorção de água pelas plantas. As células têm uma membrana semipermeável que permite a passagem de água mas evita a passagem de sais. Quanto mais salina a água, mais osmoticamente difícil é sua extração da solução do solo (BARROS, 2002).

Outro efeito da salinidade é a toxidade da planta. Dentre os íons que podem apresentar toxidez, os mais evidentes nos solos salinos são o sódio e o cloreto, sendo a toxicidade mais frequente é provocada pelo cloreto, seguida do sódio e do boro (AYERS e WESTCOT, 1999). Esses sais, quando absorvidos pelas plantas, podem provocar desbalanceamento nutricional ou efeito tóxico devido à presença em excesso de um ou mais íons, causando exemplo bastante comum à toxidez causada por íons sódio, cloreto e boro (FAGERIA, 2002). Todavia, esses efeitos dependem de muitos outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (ASHRAF e HARRIS, 2000).

Os efeitos causados pela toxidade ocorrem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Esse excesso promove, então, desbalanceamento e danos nos bordos e no

ápice das folhas, a partir de onde a planta transpira, havendo, nessas regiões, acúmulo do sal translocado do solo para a planta (DIAS et al., 2005). Outrossim, ao atingir os sítios celulares, os sais provavelmente inibem eventos bioquímicos importantes como a fotofosforilação, a cadeia respiratória, a assimilação de nitrogênio e o metabolismo das proteínas e afetam a maioria das enzimas envolvidas nesses processos (MUNNS, 2002).

Os efeitos indiretos da salinidade ocorrem, usualmente, devido à concentração elevada de sódio ou outros cátions na solução, que interferem nas condições físicas do solo ou na disponibilidade de outros elementos, afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas, indiretamente (MEDEIROS e GHEYI, 1997).

### **3.2.1. Salinidade em algodoeiro**

A cultura do algodão pode ser uma alternativa de exploração agrícola sob condições de salinidade, pela menor exigência em água, quando comparada com outros cultivos, por ocupar o terreno por pouco tempo e por sua tolerância ao estresse salino, possibilitando o seu cultivo em áreas afetadas por sais e o aproveitamento das águas de qualidade inferior (JÁCOME et al., 2003).

Embora considerada uma cultura tolerante (RICHARDS, 1980), podem ocorrer reduções substanciais no crescimento e na produção do algodoeiro quando as plantas são expostas à condição de salinidade. Contudo, os efeitos salinos podem variar com o genótipo e com o estágio de desenvolvimento da cultura (GHEYI, 1997; QUEIROZ e BÜLL, 2001).

Medeiros (1996), trabalhando com algodoeiro, observou decréscimo tanto na altura de planta como na área foliar, à medida que aumentaram os níveis de sais na água de irrigação. Acrescenta, ainda, que esse aumento provocou também decréscimo no conteúdo de água na planta, que variou com o estágio de crescimento da cultura. Arruda (2002), trabalhando com algodoeiro, também relata que o consumo de água pelas plantas reduz com o aumento da salinidade na água de irrigação utilizada na cultura. Outros trabalhos encontrados na literatura com o algodoeiro também relatam reduções em parâmetros de crescimento, em função do aumento da salinidade do solo e da água de irrigação (SIQUEIRA, 2003).

Lima (2007), estudando o comportamento das variedades BRS Rubi e BRS Safira, observou decréscimo do índice de velocidade de germinação com o aumento da concentração salina. Registros similares foram feitos por Pereira (2012), ao estudar dez genótipos de algodoeiro sob estresse salino, verificando efeitos deletérios sobre o

crescimento inicial e nos parâmetros fisiológicos de trocas gasosas e de emissão da fluorescência da clorofila *a*, de maneira diferenciada entre as cultivares.

Estudando a tolerância de três genótipos de algodoeiro (BRS Rubi, BRS Topázio, BRS Safira), sob estresse salino, em diferentes estágios de desenvolvimento, irrigados com águas de condutividade elétrica variando de 0,8 a 9,0 dS m<sup>-1</sup>, Soares (2014) observou que a aplicação sucessiva da água salina na floração e na formação da produção é prejudicial ao crescimento e ao desenvolvimento, não havendo recuperação das plantas após suspensão do estresse; as plantas podem ser irrigadas com água salina nas fases iniciais de crescimento, com as menores perdas na produção em pluma e, dentre os genótipos, o ‘BRS Rubi’ foi o mais sensível à salinidade da água de irrigação (CEa de 9 dS m<sup>-1</sup>), independente do estágio de desenvolvimento.

De acordo com Ashraf e Ahmad (2000), a produção do algodoeiro em condições salinas é controlada, geneticamente, e as variedades podem ser selecionadas para este fator abiótico.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Localização e caracterização da pesquisa**

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 07°21'46'' de latitude Sul, 35°90'64'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. O clima da região é do tipo Csa, descrito como clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno, conforme a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (COELHO e SONCIN, 1982).

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2014 a abril do ano seguinte, utilizando-se de sementes oriundas de plantas submetidas ao estresse salino cumulativo em dois ciclos sucessivos de produção, em que passaram por uma sequência de tratamentos, com descrição a seguir.

#### **4.1.1. Experimento I**

Foram avaliados três genótipos de algodoeiro (G1 – BRS Rubi; G2 – BRS Safira e G3 – BRS Topázio) e sete estratégias de manejo da salinidade durante as fases de desenvolvimento da cultura. Sendo dois níveis de salinidade da água de irrigação, expressos em termos de condutividade elétrica, uma de baixa salinidade ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) e a outra salinizada com  $9 \text{ dS m}^{-1}$ .

Para a definição das estratégias de manejo da irrigação com águas salinizadas foram considerados os seguintes estádios de desenvolvimento: Vegetativo (A), Floração (B) e Formação da produção (C)

Foram sete estratégias de manejo da salinidade, com base nos estádios de desenvolvimento descritos: 1- $A_1B_1C_1$  – plantas irrigadas com água não salinizada proveniente do sistema de abastecimento local, com  $CEa = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$ , durante todo o ciclo da planta; 2- $A_2B_1C_1$  – plantas sob estresse salino ( $CEa = 9,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) na fase vegetativa até o florescimento; 3- $A_1B_2C_1$  – plantas submetidas a estresse salino na floração até o início da formação da produção; 4- $A_1B_1C_2$  – irrigação com água de alta condutividade elétrica com início da fase de formação da produção até o final do ciclo; 5- $A_2B_1C_2$  – plantas irrigadas com águas salinizadas ( $9 \text{ dS m}^{-1}$ ) nas fases vegetativa e de formação da produção, sendo que na fase de floração as plantas foram irrigadas com

água não salinizada ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ); 6- $A_2B_2C_1$  – irrigação com água salinizada sucessivamente nas fases vegetativa e de floração; 7- $A_1B_2C_2$  – plantas sob estresse salino nas fases de floração e formação da produção. Em todos os manejos, nas fases em que não forem irrigadas com água salinizada, as plantas receberão água do sistema de abastecimento local ( $CEa = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ).

O delineamento experimental utilizado será em blocos casualizados, em esquema fatorial  $3 \times 7$ , sendo três genótipos de algodoeiro e sete estratégias de manejo, referentes à aplicação de águas salinizadas, variando as fases de desenvolvimento da cultura. Combinados os fatores, resultarão em 21 tratamentos com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 189 plantas.

#### 4.1.2. Experimento II

As sementes obtidas sob estresse salino no ciclo anterior (Experimento I), foram utilizadas para a semeadura do Experimento II, onde foram analisados os efeitos do uso de água com alta salinidade ( $CEa = 9,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), em alternância com água de baixa concentração de sais ( $CEa = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ). Neste novo ciclo, foram irrigadas, novamente, com água salinizada, variando a fase de desenvolvimento, caracterizando-se, portanto, como estresse salino cumulativo entre ciclos. Para este experimento, as sementes foram selecionadas em plantas que, no primeiro ciclo, passaram pelas estratégias de manejo  $A_1B_1C_1$ ,  $A_1B_2C_1$ ,  $A_1B_1C_2$  e  $A_1B_2C_2$ , com variações das fases fenológicas em que foram aplicadas as águas de concentrações diferentes de sais no segundo experimento, resultando em 10 estratégias de manejo da salinidade, conforme descrito no Quadro 1.

**Quadro 1.** Estratégias de manejo da salinidade em diferentes estádios fenológicos do algodoeiro a serem estudados no segundo experimento com genótipos algodoeiro colorido.

Experimento I	Experimento II	Estratégias de manejo
$A_1B_1C_1$	$A_1B_1C_1$	1
	$A_1B_1C_1$	2
$A_1B_2C_1$	$A_2B_1C_1$	3
	$A_1B_2C_1$	4
	$A_1B_1C_1$	5
$A_1B_1C_2$	$A_2B_1C_1$	6
	$A_1B_1C_2$	7
	$A_1B_1C_1$	8
$A_1B_2C_2$	$A_2B_1C_1$	9
	$A_1B_2C_2$	10

$A_1, B_1, C_1$ : Sem salinidade e  $A_2, B_2, C_2$ : Com Salinidade, na fase vegetativa, floração e frutificação, respectivamente

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial  $10 \times 3$ , sendo dez estratégias de manejo da salinidade e três

genótipos de algodoeiro (G1, G2 e G3), com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 180 plantas.

#### **4.2. Fatores e delineamento estatístico**

Foram avaliados dois genótipos de algodoeiro (G1 – BRS Rubi e G2 – BRS Safira), irrigados com dois níveis de condutividade elétrica da água: a proveniente do sistema local de abastecimento público, com baixa salinidade ( $CEa = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) e água com alta salinidade ( $CEa = 9,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). O uso dos dois níveis de CEa se baseou nos tratamentos do experimento anterior (Quadro 2), isto é, a seleção das sementes para compor o experimento do terceiro ciclo levou-se em consideração a qualidade da água aplicada às plantas nas fases de frutificação e floração.

As sementes que foram produzidas pelos algodoeiros que no primeiro e segundo ciclo receberam água de baixa salinidade ( $CEa = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) em todas os estágios de desenvolvimento, também receberam água de baixa salinidade em todo terceiro ciclo, constituindo a estratégia de manejo 1 (Testemunha). As sementes provenientes das plantas que receberam irrigação com alta salinidade ( $CEa = 9 \text{ dS m}^{-1}$ ) na fase de floração no primeiro e segundo ciclo foram divididas em três estratégias de manejo da salinidade, em que, constituiu a estratégia de manejo 2 as plantas que não receberam água de alta salinidade em todo o terceiro ciclo, na 3 as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade apenas na fase vegetativa e na estratégia 4 as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade apenas na fase floração. As sementes provenientes das plantas que receberam irrigação com alta salinidade ( $CEa = 9 \text{ dS m}^{-1}$ ) na fase de frutificação no primeiro e segundo ciclo foram divididas em três estratégias de manejo, em que, constituiu a estratégia de manejo 5 as plantas não receberam água de alta salinidade em todo o ciclo, na 6 as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade apenas na fase vegetativa e na estratégia 7 as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade apenas na fase frutificação. As sementes provenientes das plantas que receberam irrigação com alta salinidade ( $CEa = 9 \text{ dS m}^{-1}$ ) na fase de frutificação e floração no primeiro e segundo ciclo foram divididas em três estratégias de manejo, em que, constituiu a estratégia de manejo 8 as plantas não receberam água de alta salinidade em todo o terceiro ciclo, na estratégia de manejo 9 as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade apenas na fase vegetativa e na estratégia 10 as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade apenas na fase frutificação e floração.

**Quadro2.** Combinações das fases do algodoeiro a serem estudados sob salino em casa de vegetação. Campina Grande, 2016

<b>Fase com estresse no experimento anterior</b>	<b>Fases a serem avaliadas</b>	<b>Estratégia de Manejo</b>
<b>Testemunha</b>	Sem estresse	<b>1</b>
	Sem estresse	<b>2</b>
<b>Floração</b>	Estresse na fase vegetativa	<b>3</b>
	Estresse na fase Floração	<b>4</b>
<b>Frutificação</b>	Sem estresse	<b>5</b>
	Estresse na fase Vegetativa	<b>6</b>
	Estresse na fase Frutificação	<b>7</b>
<b>Floração/Frutificação</b>	Sem estresse	<b>8</b>
	Estresse na fase Vegetativa	<b>9</b>
	Estresse na fase Floração/Frutificação	<b>10</b>

Os estádios de desenvolvimento a serem estudados foram: Vegetativo: compreendendo o estresse iniciado com o surgimento da primeira folha definitiva e com termino com o início da emissão do 1º botão floral; Florescimento: aplicando-se a salinidade iniciando-se com o 1º botão floral estendendo-se até a 3º flor aberta; e Produção: compreendendo a formação da produção até à abertura da 1º maçã. Ressaltando-se que o início desta fase se dará ao término da anterior.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, montado em esquema fatorial 2 x 10, sendo dois genótipos de algodoeiro(G1 – BRS Rubi e G2 – BRS Safira) e dez estratégias de manejo, referentes a aplicação de águas salinizadas durante as fases de desenvolvimento da cultura. Combinados os fatores resultaram em 20 tratamentos com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 180 plantas.

#### **4.3. Unidade experimental**

Foram utilizados vasos plásticos para cultivo das plantas de aproximadamente 20L de capacidade (35 cm de altura x 31 cm de diâmetro superior x 20 cm de diâmetro inferior); Na base do vaso foi conectada uma mangueira transparente de 10 mm de diâmetro, para coleta do volume drenado em garrafas PET de capacidade volumétrica de 2,0 L. A extremidade da mangueira conectada ao vaso para a coleta da água de drenagem foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar sua obstrução pelo material de solo.

Os vasos foram preenchidos, com uma camada de 3cm de brita na parte inferior dos vasos, preenchidos em seguida, com 24,5 Kg de material do solo. As

unidades experimentais foram dispostas em fileira simples espaçadas de 1m entre fileiras e 0,6m entre plantas dentro da fileira.

Para determinação dos atributos químicos em laboratório, foram retiradas amostras do solo (Quadro 3).

**Quadro 3.** Análise química do solo utilizado no experimento. Campina Grande, 2016

Cálcio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	3,53
Magnésio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	3,36
Sódio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	0,07
Potássio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	0,21
S ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	7,17
Hidrogênio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	5,85
Alumínio ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	0,20
T ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	13,22
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência
Carbono Orgânico (%)	0,95
Matéria Orgânica (%)	1,64
Nitrogênio (%)	0,09
Fósforo Assimilável (mg/100 g)	2,32
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,50
Cond. Elétrica (Suspensão Solo-Água) ( $\text{dS m}^{-1}$ )	0,14
pH (Extrato de Saturação)	5,06
Cond. Elétrica (Extrato de Saturação) ( $\text{dS m}^{-1}$ )	0,57
Cloreto ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	6,25
Carbonato ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	0,00
Bicarbonato ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	1,90
Sulfato ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	Ausência
Cálcio ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	3,62
Magnésio ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	2,88
Potássio ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	0,33
Sódio ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	3,38
Porcentagem de Saturação (%)	25,33
Relação de Adsorção de Sódio	1,88
PSI	0,53
Salinidade	Não Salino
Classe do Solo	Normal

Análise realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade – LIS, CTRN/UFPG

A adubação de fundação com NPK foi realizada conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), colocando-se as quantidades de 100, 300 e 150 mg kg<sup>-1</sup> de solo de N, P e K, respectivamente, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio; em fundação foi aplicado apenas 1/3 da recomendação, sendo os dois terços restantes aplicados em cobertura via água de irrigação, aos 45 e 65 dias após a semeadura, com base na recomendação de Novais et al. (1991).

#### 4.4. Semeadura

Com a umidade do solo elevada ao nível correspondente ao da capacidade de campo (CC), em todas as unidades experimentais com água de baixa salinidade ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ), foi realizada a semeadura, colocando-se 5 sementes por vaso a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante.

#### 4.5. Preparo da água salinizada

A água de baixa salinidade ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi proveniente da água de abastecimento local e diluída na água de chuva, para se ter a CEa desejada e a salina ( $9 \text{ dS m}^{-1}$ ) será preparada de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , relação esta predominante aos íons em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992; AUDRY e SUASSUNA, 1995).

Após a preparação, as águas foram armazenadas em caixas d'água com capacidade de 500 L, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade. Para o preparo da água com o maior nível de condutividade elétrica ( $\text{CE} = 9,0 \text{ dSm}^{-1}$ ), os sais foram pesados adicionando-se água e se conferindo os valores com um condutivímetro com controle de temperatura a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### 4.6. Manejo de irrigação

As plantas foram mantidas sob solo a capacidade de campo com irrigações diárias, mensuradas pelo consumo de água obtido pelo método dos lisímetros de drenagem, ou seja, aplicando-se um volume de água conhecido nestas plantas ( $V_a$ ) no dia anterior a irrigação, pela manhã do outro dia observando-se o volume de água drenado ( $V_d$ ) a diferença relaciona-se ao consumo destas plantas ( $V_c$ ). Tal volume consumido pode ser convertido em Evapotranspiração real, quando dividida pela área do vaso. A cada 20 dias, um volume de água adicional será disponibilizado às plantas para se obter uma fração de lixiviação correspondente a 20%, a fim de propiciar a manutenção de parte dos sais acumulados na zona radicular, provenientes da água de irrigação, conforme a Equação 1.

$$VC = \frac{VA-VD}{1-FL} (L) \text{ (Equação 1)}$$

#### **4.7 Tratos culturais complementares**

O manejo fitossanitário foi feito com uso de inseticidas do grupo químico Neonicotinoide (pó solúvel) e fungicida do grupo químico Dicarboximida (pó solúvel), conforme a necessidade. Foram realizados, ainda, ao longo do experimento, outros tratamentos culturais, como controle das plantas invasoras e escarificação na superfície do material de solo.

#### **4.8. Variáveis analisadas**

##### **4.8.1. Variáveis de crescimento**

As variáveis de crescimento foram avaliadas em seis épocas distintas, aos 37, 47, 57, 72, 92 e 112 dias após a semeadura.

###### a) Número de folhas

Na contagem das folhas foram consideradas as completamente expandidas com comprimento superior a 3 cm.

###### b) Altura da planta

A altura da planta foi obtida tomando-se a medida do comprimento da parte aérea, em centímetros, do nível do solo (colo da planta) até o meristema apical.

###### c) Diâmetro do caule

O diâmetro no colo da planta será mensurado a 2 cm do solo, com uso de paquímetro digital, com leituras em 'mm'.

###### d) Fitomassa da parte aérea

Para avaliação da biomassa seca, as distintas partes da planta (caule e folhas) foram separadas e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e conduzidos à estufa de ventilação forçada de ar, onde permanecerá por 72 horas à temperatura de 65°C para obtenção da massa seca da parte aérea (Caule e folhas).

#### **4.8.2. Variáveis fisiológicas**

Foram determinadas: Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração (*E*) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (*A/T*) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] e a eficiência instantânea da carboxilação (*A/C<sub>i</sub>*), estes parâmetros foram avaliados com determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infra-vermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK), sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos ajustada para  $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Os parâmetros de trocas gasosas foram medidos entre 6 e 9 horas da manhã, no início e o final de cada fase de desenvolvimento.

#### **4.8.3. Componentes de produção**

As variáveis de produção que foram estudadas são número e peso de capulho, peso do algodão em caroço e peso de pluma, analisadas de acordo com metodologia da Embrapa Algodão. Os capulhos foram colhidos separadamente em cada planta, à medida que os frutos forem se abrindo.

#### **4.9. Análise estatística**

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizado teste de agrupamento de médias por Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) para as estratégias de manejos da salinidade, e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para os genótipos de algodoeiro (FERREIRA, 2003).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Variáveis de crescimento

#### 5.1.1. Número de folhas

De acordo com os dados da análise de variância (Tabela1), que contém as avaliações nos períodos de 37, 47, 57, 72e 92 DAS, observou-se efeito significativo para o número de folhas, nas estratégias de manejos do uso da água salina na época de 37DAS ( $p < 0,05$ ) e durante nas épocas de 47, 57, 72e 92 DAS ( $p < 0,01$ ). Analisando o número de folhas em função dos genótipos de algodão colorido, observou-se diferença significativa em todas as épocas, como também efeito para interação Estratégia de Manejo x Genótipos ( $p < 0,01$ ), indicando que nestas variáveis os genótipos comportaram-se de maneira diferente dentro das estratégias de manejo.

Resultados encontrados por Siqueira (2003), ao estudar o número de folhas da linhagem CNPA/2202/26 de algodoeiro colorido, verificou intensificação dos efeitos da salinidade e decréscimo no número de folhas a partir de  $3,50 \text{ dSm}^{-1}$ . Sousa Junior et al. (2005), avaliando os efeitos do estresse salino sobre a germinação e o crescimento do algodoeiro colorido, BRS verde, verificaram que as plantas irrigadas com água de CE de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$  decresceram 10%.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF) aos 37, 47, 57,72 e 92 dias após a semeadura em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.

Fonte de Variação	Quadrados Médios					
	GL	37 DAS	47 DAS	57 DAS	72 DAS	92 DAS
Estratégia de Manejo (EM)	9	3,392 <sup>p&lt;0,05</sup>	31,392 <sup>p&lt;0,01</sup>	166,187 <sup>p&lt;0,01</sup>	446,318 <sup>p&lt;0,01</sup>	324,609 <sup>p&lt;0,01</sup>
Genótipos (G)	1	18,260 <sup>p&lt;0,01</sup>	47,775 <sup>p&lt;0,01</sup>	205,350 <sup>p&lt;0,01</sup>	182,004 <sup>p&lt;0,01</sup>	277,350 <sup>p&lt;0,01</sup>
EM x G	9	4,874 <sup>p&lt;0,01</sup>	11,434 <sup>p&lt;0,01</sup>	34,775 <sup>p&lt;0,01</sup>	32,281 <sup>p&lt;0,01</sup>	35,090 <sup>p&lt;0,01</sup>
Bloco	2	1,210 <sup>ns</sup>	0,113 <sup>ns</sup>	6,079 <sup>ns</sup>	8,254 <sup>ns</sup>	9,454 <sup>ns</sup>
Erro	38	1,650	1,961	6,671	5,811	7,655
CV (%)		9,38	6,43	8,82	6,94	7,38
Média Geral		13,689	22,083	29,253	34,741	37,8

Ns = não significativo; GL = grau de liberdade e CV = coeficiente de variação

Conforme resultados do teste de comportamento de médias referente ao desdobramento do efeito das estratégias de manejo em cada genótipo de algodoeiro estudado aos 37 DAS (Figura1A e 1B) observa-se que o número de folhas foi semelhante entre os genótipos, com exceção das estratégias de manejo 4, 6 e 8 para o

genótipo BRS Rubi, nos quais foram menores as médias, com reduções de 26,75%, 17,25% e 16,9%, respectivamente.

Para as demais épocas de avaliações, nos períodos de 47, 57, 72 e 92 DAS, as plantas tiveram comportamento similar, em que as menores médias foram obtidas nas estratégias de manejo 3, 6 e 9, comportamento observado em ambos os genótipos. Tais estratégias de manejo foram irrigadas com água com alta concentração de sais no primeiro e segundo ciclo da cultura nas fases de floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, e que no terceiro ciclo foram irrigadas com água com alta concentração de sais na fase vegetativa e nas demais fases com água de baixa salinidade. Esse comportamento evidencia que as plantas não se recuperaram, quanto ao número de folhas, nas demais fases de desenvolvimento, em que receberam água de irrigação com baixa salinidade. Em estudos desenvolvidos com algodoeiro relata-se que, na maioria das vezes, a germinação e as primeiras fases de crescimento das plântulas são estádios críticos para a produção das plantas em condições salinas (AHMAD et al., 2002).

Para todas as épocas avaliadas o genótipo BRS Safira, foi estatisticamente igual ou superior ao genótipo BRS Rubi, e nunca inferior. Conforme Soares (2014), estudando o comportamento entre os mesmos genótipos observou o mesmo comportamento no início do ciclo, porém os genótipos não se diferenciaram estatisticamente no decorrer do ciclo, para variável número de folhas.

Jácome et al. (2003), estudando o crescimento de genótipos de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação, verificaram, também, variação do número de folhas entre variedades e efeitos significativos da interação envolvendo genótipos e níveis de sais.

O estresse hídrico pode limitar o número de folhas por diminuir o número e a taxa de crescimento dos ramos (KERBAUY, 2004). Farias (2005) enfatiza algumas mudanças e reações morfofisiológicas da planta, como murchamento de folhas e redução da área foliar, menor estatura de planta, fechamento de estômatos e ajustamento osmótico, que reduzem a fotossíntese e afetam negativamente seu crescimento, desenvolvimento e rendimento. Além de outros efeitos da salinidade, alguns autores (TAIZ e ZEIGER, 2009; EPSTEIN e BLOOM, 2006) reportam que a salinidade produz efeito osmótico, restringindo a absorção de água pelas raízes sob baixo potencial hídrico na solução do solo, o que pode resultar em redução na turgescência das células, comprometendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

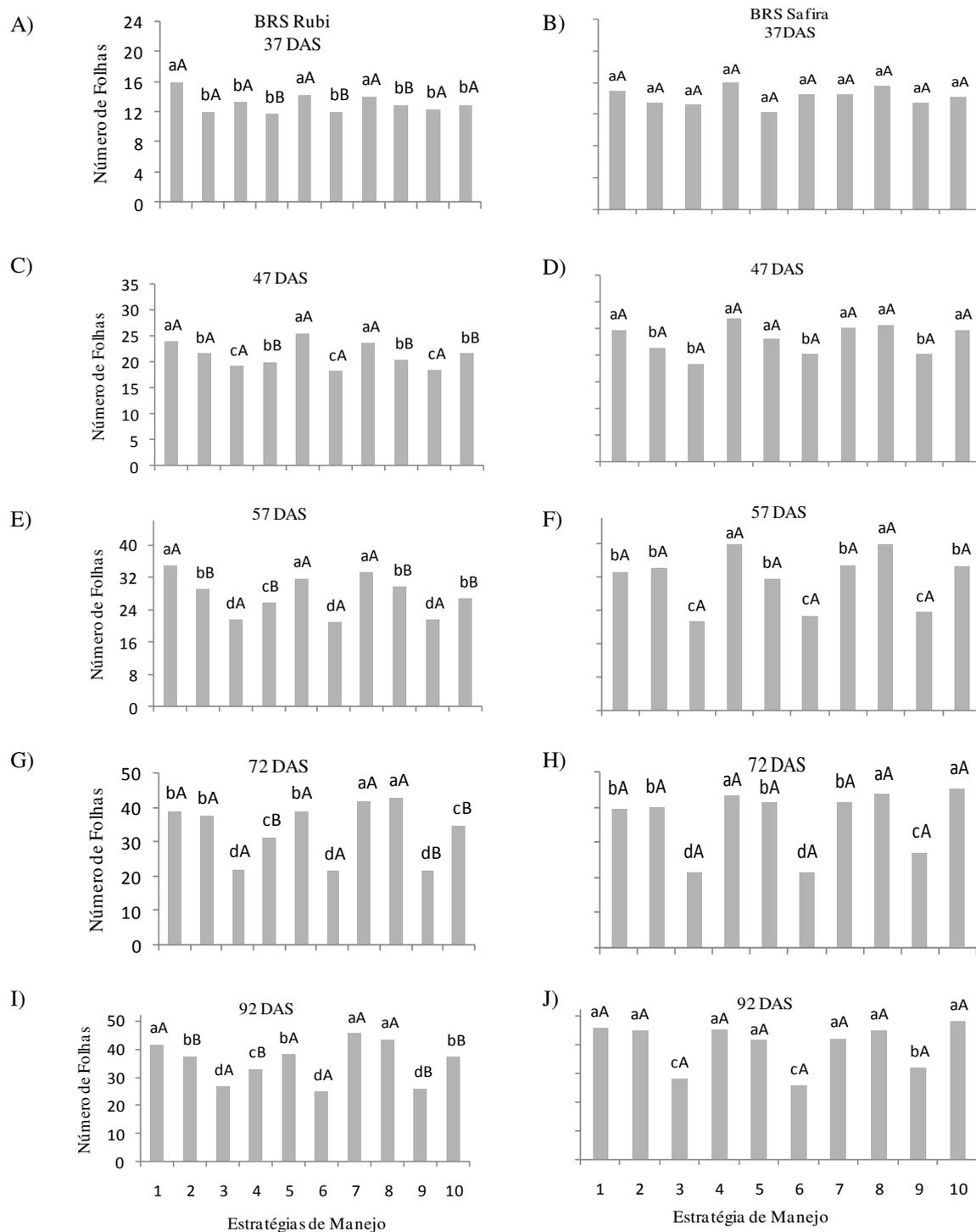


Figura1. Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para o número de folhas por planta (NF) do algodoeiro aos 37, 47, 57, 72 e 92 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas e maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott,  $p < 0,01$ ) e entre genótipos (Tukey,  $p < 0,01$ ), respectivamente.

A emissão do número de folhas ao longo do ciclo dos genótipos de algodoeiro, estar representada na Figura 2 por modelo sigmóide ou logístico, sendo o que melhor representou o crescimento das plantas durante o período de estudo, nas épocas de avaliações (37, 47, 57, 72 e 92 DAS). Tendeu a ser linear o crescimento até 72 DAS, em ambos os genótipos, reduzindo a emissão de folhas no período de 72 a 92 DAS. A partir dos 92 DAS houve diminuição na emissão foliar nos genótipos estudados, o que é natural, por estarem no final do ciclo produtivo.

Ocorreu comportamento semelhante, para ambos os genótipos, nas estratégias de manejo da salinidade 3, 6 e 9, em que nas primeiras épocas de avaliação o número de folhas foi menor que as demais estratégias. Essas plantas foram submetidas a água de irrigação contendo alta concentração de sais na fase inicial do desenvolvimento da cultura, fase vegetativa, tiveram seu crescimento inibido em número de folhas em relação as demais plantas que receberam irrigação com água de baixa concentração de sais. Ainda em relação às estratégias 3, 6 e 9, nas demais fases de desenvolvimento, floração e frutificação, as plantas passaram a receber irrigação com água de baixa concentração de sais, porém continuaram com menores médias em relação as demais estratégias, o que evidencia que a planta não conseguiu se recuperar após o estresse salino na fase de vegetação, ao longo do ciclo.

Soares (2014) observou que os genótipos ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’ se recuperaram do estresse salino submetido na fase vegetativa, para o número de folhas. Resultados encontrados nesse estudo podem ter influencia do estresse submetido no primeiro e segundo ciclo da cultura, ocorrendo uma sensibilidade maior na planta.

De acordo com Larcher (2000) a diminuição no crescimento ocorre porque as plantas foram submetidas a um estresse, justamente no estágio fenológico em que estão no pico de suas atividades metabólicas. Tester e Davenport (2003) afirmam que as plantas sob estresse salino tendem a promover alterações morfológicas e anatômicas, e dentre estes artifícios reduzem o número de folhas, possivelmente como forma de reduzir a transpiração e, conseqüentemente, absorvem menor quantidade de água salina.

Na estratégia de manejo 4, em que as plantas foram submetidas ao estresse salino na fase de floração nos três ciclos sucessivos, os genótipos se desenvolveram de forma diferenciada, com as maiores médias encontradas para o genótipo ‘BRS Safira’ em todo ciclo da cultura, esse genótipo também obteve maiores médias na estratégia de manejo 10, onde as plantas receberam estresse salino na fase de floração e frutificação.

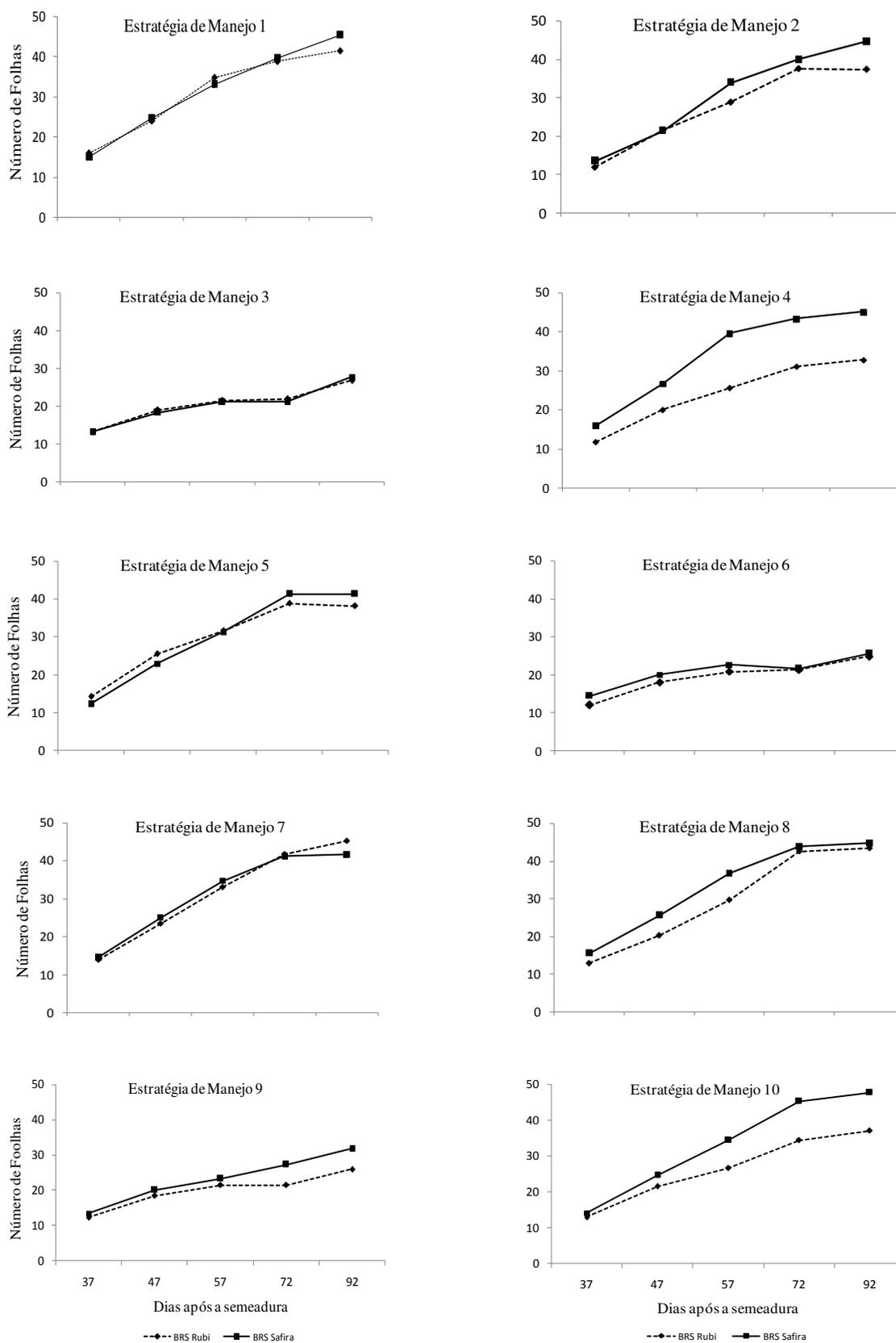


Figura 2. Número de folhas (NF) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2016

### 5.1.2. Altura da planta

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 2), houve diferença entre estratégias de manejo de salinidade e genótipos ( $p < 0,01$ ) em todas as épocas avaliadas. Verificou-se, ainda que a interação entre as estratégias de manejo x genótipos promoveu efeito significativo sobre a altura de planta aos 37, 47, 57, 72, 92, 112 DAS ( $p < 0,01$ ). Diante os resultados, percebe-se que as plantas têm seu crescimento em altura de plantas afetado pela estratégia de manejo, como também se diferenciam o comportamento entre genótipos.

Entre os mecanismos de adaptação ao estresse salino constam alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, como redução do tamanho e do número de folhas, uma maneira de as plantas reduzirem a taxa de transpiração (Tester e Davenport, 2003). Tais alterações são decorrentes do aumento da pressão osmótica da água de irrigação, devido a se tornar mais negativo o potencial osmótico, dificultando a sua absorção, além de outros efeitos de ordem nutricional, tornando o Na tóxico para as plantas e/ou interferindo na disponibilidade de outros íons (Testere Davenport, 2003).

De acordo com Vale et al. (2007), de maneira geral, um dos efeitos mais comuns da salinidade é a limitação do crescimento devido ao aumento da pressão osmótica do meio e conseqüentemente a redução da disponibilidade da água a ser consumida, afetando a divisão e o alongamento das células, corroborando desta forma, com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Tabela 2. Resumo das análises de variância relativa a altura de plantas (AP) aos 37, 47, 57, 72, 92 e 112 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		37 DAS	47 DAS	57 DAS	72 DAS	92 DAS	112 DAS
Estratégia de Manejo (EM)	9	48,65 <sup>p&lt;0,01</sup>	169,97 <sup>p&lt;0,01</sup>	469,11 <sup>p&lt;0,01</sup>	1686,22 <sup>p&lt;0,01</sup>	1646,29 <sup>p&lt;0,01</sup>	1576,482 <sup>p&lt;0,01</sup>
Genótipos (G)	1	1509,61 <sup>p&lt;0,01</sup>	4198,56 <sup>p&lt;0,01</sup>	6662,12 <sup>p&lt;0,01</sup>	12020,42 <sup>p&lt;0,01</sup>	12398,43 <sup>p&lt;0,01</sup>	12914,00 <sup>p&lt;0,01</sup>
EM x G	9	37,91 <sup>p&lt;0,01</sup>	48,53 <sup>p&lt;0,01</sup>	101,05 <sup>p&lt;0,01</sup>	201,08 <sup>p&lt;0,01</sup>	224,32 <sup>p&lt;0,01</sup>	224,032 <sup>p&lt;0,01</sup>
Bloco	2	84,83 <sup>p&lt;0,01</sup>	175,22 <sup>p&lt;0,01</sup>	183,08 <sup>p&lt;0,01</sup>	151,15 <sup>p&lt;0,01</sup>	157,09 <sup>p&lt;0,01</sup>	168,746 <sup>p&lt;0,01</sup>
Erro	38	9,19	15,27	17,77	21,58	16,71	16,585
CV (%)		7,48	6,68	5,75	4,90	4,27	4,21
Média Geral		40,51	58,51	73,27	94,80	95,74	96,7625

Ns = não significativo; GL = grau de liberdade e CV = coeficiente de variação

Na Figura 3 estão às médias resultantes do desdobramento da interação EM x G, nas épocas de 37, 47, 57, 72, 92 e 112 DAS, observou-se que durante as épocas avaliadas as estratégias de manejo 3, 6 e 9 de ambos os genótipos, obtiveram menores médias quando comparados as demais estratégias, verifica-se que o primeiro e segundo ciclo influenciou de maneira semelhante o comportamento do terceiro ciclo da cultura, para essas três estratégias, visto que as plantas receberam estresse em fases distintas, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, sendo no terceiro ciclo receberam irrigação com água com alta concentração de sais na fase vegetativa, com maior diferença aos 112 DAS com decréscimo de 36,55%, 46,1% e 36,65% para BRS Rubi e um decréscimo de 31,42%, 31,9% e 31,6% para BRS Safira, nas estratégias 3, 6 e 9 respectivamente, em relação à estratégia de manejo 1 em que não recebeu estresse salino. Vale ainda ressaltar que o decréscimo das médias da BRS Safira foi menor que a BRS Rubi, estudando o comportamento desses genótipos, Soares (2014) observou também que para altura de plantas a BRS Safira obteve maiores médias quando comparadas a BRS Rubi, entretanto os valores do decréscimo observado nesse estudo são maiores, podendo ser influenciado pelos ciclos antecedentes, ocorrendo efeito cumulativo de sais nas plantas, tornando-as mais sensíveis a salinidade.

As maiores médias obtidas pelo genótipo BRS Rubi, quanto a altura de plantas, foram nas estratégias de manejo 1, 5 e 7 em todas as épocas avaliadas, na estratégia 1 não houve aplicação de estresse em nenhum dos três ciclos, já nas estratégias 5 e 7 as plantas receberam estresse salino na fase de frutificação no primeiro e segundo ciclo, diferenciado-se estatisticamente das estratégias que receberam estresse na fase de floração, para o genótipo BRS Safira as maiores médias foram obtidas também com as estratégias de manejo 1, 5 e 7, esse comportamento demonstra que o estresse salino nos ciclos anteriores na fase de frutificação não influenciaram o desenvolvimento das plantas no terceiro ciclo da cultura, no que diz respeito a altura de plantas.

Segundo Botía et al. (2005) a variabilidade genética está associada aos mecanismos de adaptação ao estresse salino desenvolvidos por genótipos de espécies tolerantes aos sais e no caso do algodoeiro. Nunes Filho (1993), estudando o comportamento de duas cultivares de algodoeiro, irrigadas com águas de condutividade elétrica variando de 0,7 até 12,0 dS m<sup>-1</sup>, observou, também, redução da altura de planta, com o aumento da concentração salina na solução do solo.

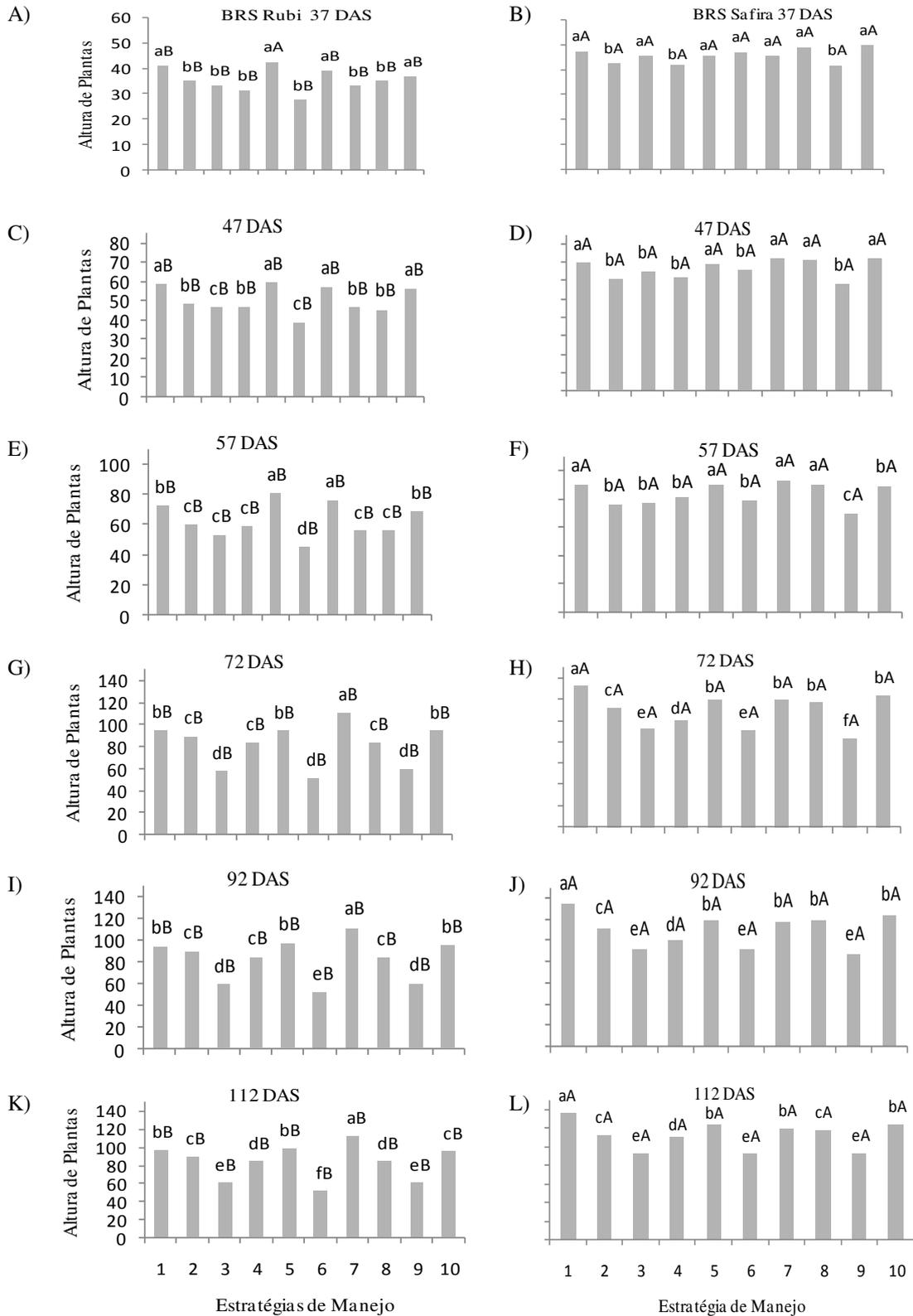


Figura 3. Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para altura de plantas (AP) do algodoeiro aos 37, 47, 57, 72, 92 e 112 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas e maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott,  $p < 0,01$ ) e entre genótipos (Tukey,  $p < 0,01$ ), respectivamente.

A altura das plantas, ao longo do terceiro ciclo de cultivo do algodoeiro colorido, tendeu a ser linear o crescimento até 72 DAS, e depois tornou-se constante. Observa-se na figura 4, o comportamento da altura das plantas do genótipo ‘BRS Safira’ foi superior ao genótipo ‘BRS Rubi’ ao longo de todo ciclo, como também para todas as estratégias de manejo da salinidade.

Tais diferenças entre os genótipos, em relação aos níveis de salinidade aplicados denotam a importância de estudá-los e, assim, poder classificá-los quanto à sua tolerância ou sensibilidade. Tester e Davenport (2003) comentam que a capacidade de adaptação é bastante útil e permite a seleção de genótipos mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente viáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo em níveis baixos. De acordo com a Embrapa (2006), existem genótipos de algodão com características agrônomicas peculiares, tornando-as importantes para programas de melhoramento genético. Entre tais características peculiares podem estar as diferenças constatadas entre os genótipos, aqui estudados, a exemplo das médias de emissão foliar superiores para a ‘BRS Safira’, mesmo sob alto nível de CEa.

Quanto as estratégias de manejo da salinidade, as menores médias foram para as estratégias 3, 6 e 9 em todo ciclo, essas estratégias só receberam irrigação com água salina na fase de vegetação, demonstrando que as plantas não se recuperaram ao longo do tempo. Vale et al. (2005), ao estudarem o efeito da salinidade na cultura do algodoeiro herbáceo, observaram ser o crescimento afetado quando as plantas estão em solos com concentração salina alta. Segundo Martinez e Lauchli (1994), o efeito mais comum da salinidade sobre as plantas é, em geral, na limitação do crescimento devido ao aumento da pressão osmótica do meio e à consequente redução da disponibilidade de água a ser consumida, afetando a divisão e o alongamento das células.

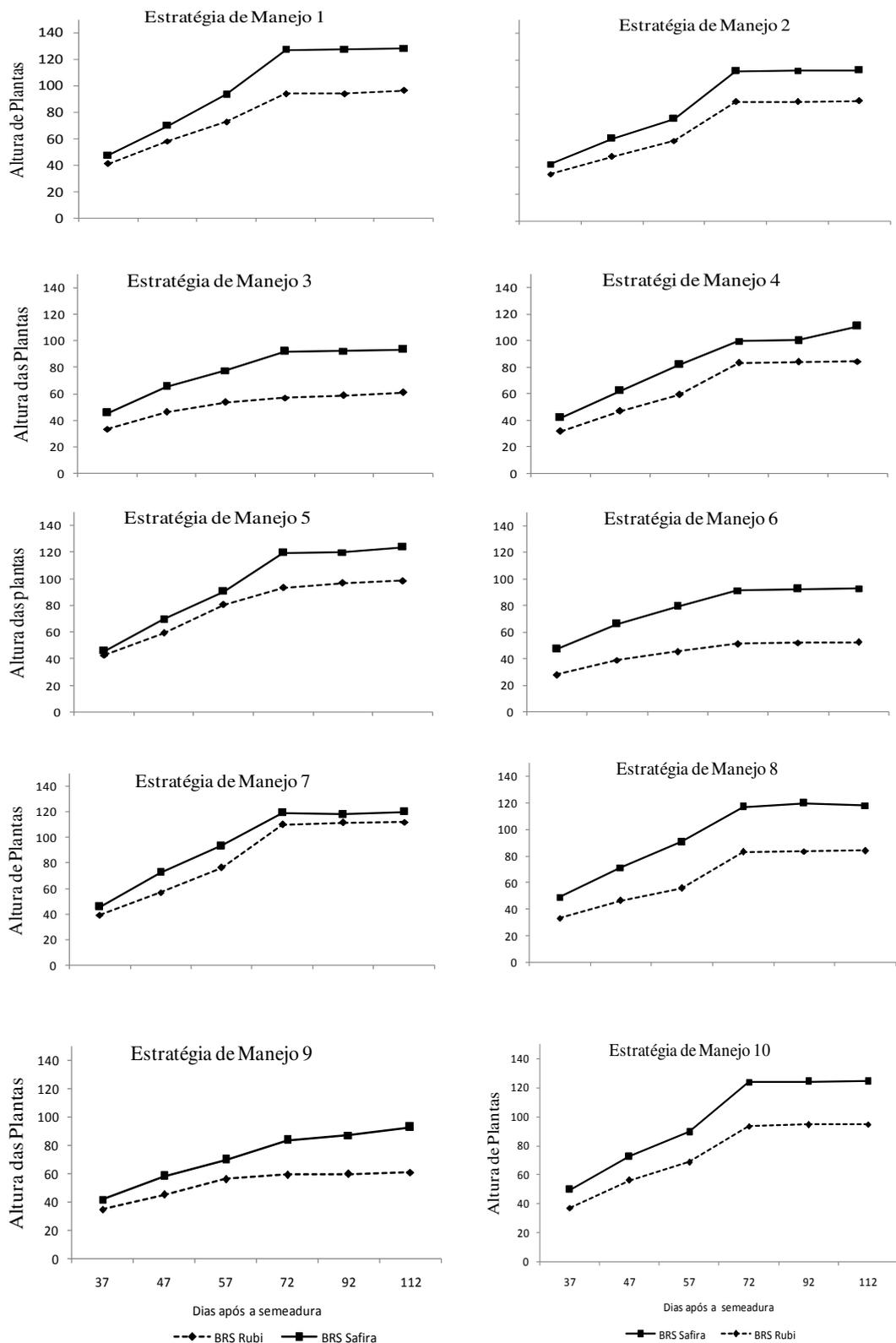


Figura 4. Altura de Plantas (AP) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2016

### 5.1.3. Diâmetro do caule

De acordo com o resumo da análise de variância para diâmetro do caule (Tabela 3), houve efeito significativo da estratégia de manejo aos 47, 57, 92, e 112 DAS, como também para genótipos aos 37, 47, 57, 92, e 112 DAS. Ocorreu também por meio de desdobramento estatístico para análise do efeito da interação entre os fatores, estratégia de manejo e genótipos, efeito significativo ( $p < 0,01$ ) em todas as épocas avaliadas.

A inibição do crescimento em condições salinas pode ser atribuída à diminuição da disponibilidade de água às plantas devido ao efeito osmótico, o que requer maior consumo de energia das plantas para absorverem água e, por consequência, retardar ou inibir o crescimento das plantas (LEONARDO et al., 2007).

Tabela 3. Resumo das análises de variância relativa ao diâmetro do caule (DC) aos 37, 47, 57, 92 e 112 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		37 DAS	47 DAS	57 DAS	92 DAS	112 DAS
Estratégia de Manejo (EM)	9	0,179 <sup>ns</sup>	0,868 <sup>p&lt;0,01</sup>	1,820 <sup>p&lt;0,01</sup>	2,893 <sup>p&lt;0,01</sup>	3,893 <sup>p&lt;0,01</sup>
Genótipos (G)	1	2,064 <sup>p&lt;0,01</sup>	6,686 <sup>p&lt;0,01</sup>	7,661 <sup>p&lt;0,01</sup>	9,480 <sup>p&lt;0,01</sup>	9,528 <sup>p&lt;0,01</sup>
EM x G	9	0,241 <sup>p&lt;0,01</sup>	0,445 <sup>p&lt;0,01</sup>	0,387 <sup>p&lt;0,01</sup>	0,486 <sup>p&lt;0,01</sup>	0,653 <sup>p&lt;0,01</sup>
Bloco	2	0,823 <sup>ns</sup>	0,177 <sup>p&lt;0,01</sup>	0,640 <sup>p&lt;0,01</sup>	0,372 <sup>ns</sup>	1,636 <sup>p&lt;0,01</sup>
Erro	38	0,084	0,144	0,107	0,162	0,312
CV (%)		5,60	5,67	4,33	5,01	4,25
Média Geral		5,190	6,715	7,563	8,037	8,610

Ns = não significativo GL = grau de liberdade e CV = coeficiente de variação

Procedendo ao desdobramento estatístico do efeito fator genótipo dentro das estratégias de manejo estudadas aos 37, 47, 57, 92 e 112 DAS, verificou-se que os genótipos não se diferenciaram de forma significativa entre as estratégias de manejo 2, 3, 7 e 9, em todas as épocas de avaliação, já as demais estratégias de manejo tiveram respostas diferenciadas entre genótipos. Entre os dois genótipos estudados, a ‘BRS Rubi’ foi a de menor crescimento em termos de diâmetro do caule, diferindo de forma significativa do genótipo ‘BRS Safira’ em todas as épocas de avaliações. Soares (2014) e Lima (2007), trabalhando com diferentes genótipos de algodoeiro colorido sob condições salinas, também constataram a sensibilidade do genótipo ‘BRS Rubi’.

As estratégias de manejo 3, 6 e 9 obtiveram menores médias de diâmetro do caule, essas receberam irrigação com alta concentração de sais na fase vegetativa, comportamento semelhante as demais variáveis de crescimento estudadas. Reduções no crescimento e efeitos sobre o desenvolvimento de cultivares de algodão foram constatadas, por Oliveira et al. (2008), irrigando as plantas com águas de diferentes salinidades (0,5 a 8,5 dS m<sup>-1</sup>), ficando evidente o efeito nocivo dos sais sobre o crescimento da oleaginosa.

Para ambos os genótipos, houve comportamento diferenciado nas estratégias de manejo 1, 2, 5 e 8, essas estratégias não receberam irrigação com água salina no terceiro ciclo, apenas receberam estresse salino no primeiro e segundo ciclo da cultura, com exceção a estratégia 1, em que nem dos ciclo recebeu água salina. A estratégia 5 obteve maiores médias em ambos os genótipos, o que comprova que o estresse salino na fase de frutificação não influencia a qualidade das sementes, já na estratégias 2 e 8 , em que as plantas foram submetidas ao estresses salino na fase de floração, ocorreram decréscimos de 9,23% e 9,36%, para o genótipo ‘BRS Rubi’, e decréscimos de 12,03% e 8,35%, para o genótipo ‘BRS Safira’, respectivamente aos 112 DAS, constatando-se que o diâmetro das plantas originadas de sementes formadas sob estresse salino na fase de floração foram influenciadas de forma negativa.

Entre os dois genótipos estudados a ‘BRS Rubi’ foi a de menor crescimento em termos de diâmetro de caule, diferindo de forma significativa do genótipo ‘BRS Safira’ em todas as épocas de avaliação. Soares (2014) e Lima (2007), trabalhando com genótipos de algodão sob condições de salinidade, também evidenciou a sensibilidade do genótipo ‘BRS Rubi’.

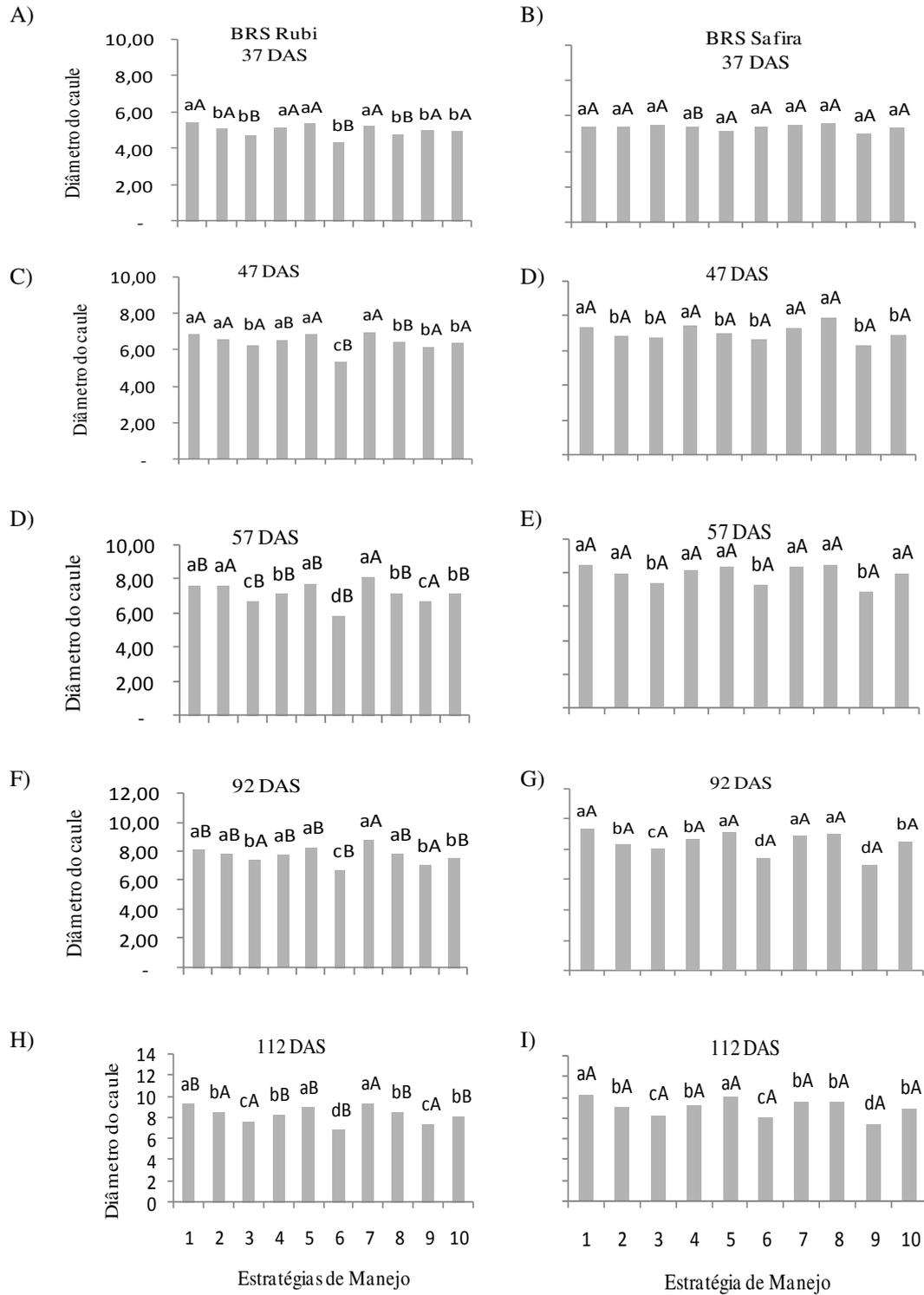


Figura 5. Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para diâmetro do caule (DC) do algodoeiro aos 37, 47, 57, 92 e 112 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas e maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott,  $p < 0,01$ ) e entre genótipos (Tukey,  $p < 0,01$ ), respectivamente.

Na Figura 6, encontra-se o modelo (sigmoide ou logístico) que melhor se adaptou ao comportamento do diâmetro de caule das plantas de algodão em função do tempo no terceiro ciclo produtivo. Destaca-se a importância da caracterização do diâmetro de caule como o parâmetro mais sensível em estudos do efeito da salinidade sob o algodoeiro (SALIH e ABDUL HALIM, 1985). As estratégias de manejo da salinidade 3, 6 e 9 tiveram suas médias em relação ao diâmetro do caule inferiores as demais estratégias, assim como ocorreu para número de folha e altura das plantas, o crescimento foi reduzido na medida em que as plantas foram irrigadas com água salinizada na fase de vegetação.

Segundo Willadino e Câmara (2004), em condições de estresse salino é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, os quais são dependentes do genótipo e do seu estágio de desenvolvimento, além da intensidade e duração do estresse ao qual a planta é submetida. Sendo as reduções constatadas no crescimento em diâmetro de caule e à medida que eram submetidas a concentrações crescentes de salinidade (NaCl), pode ser atribuído ao efeito osmótico, à toxicidade pela absorção excessiva dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção dos nutrientes essenciais (RODRIGUES, 2007). Nunes Filho (1993), estudando o comportamento de duas cultivares de algodoeiro irrigadas com águas de condutividade elétrica variando de 0,7 até 12,0  $\text{dS m}^{-1}$ , observou, também, redução no diâmetro de caule com o aumento da concentração salina na solução do solo.

Farias (2005), estudando índices de seleção em cultivares de algodoeiro herbáceo, constatou que houve diferenças significativas entre as cultivares, nas variáveis analisadas. O autor salientou que as diferenças entre as médias estão atreladas à variação genética, naturalmente existente entre diferentes cultivares. Nesta conjectura o maior crescimento em diâmetro de caule foi obtido na ‘BRS Safira’ com diferença acentuada em relação à ‘BRS Rubi’, o que se justifica pela variação da expressão genética de cada cultivar.

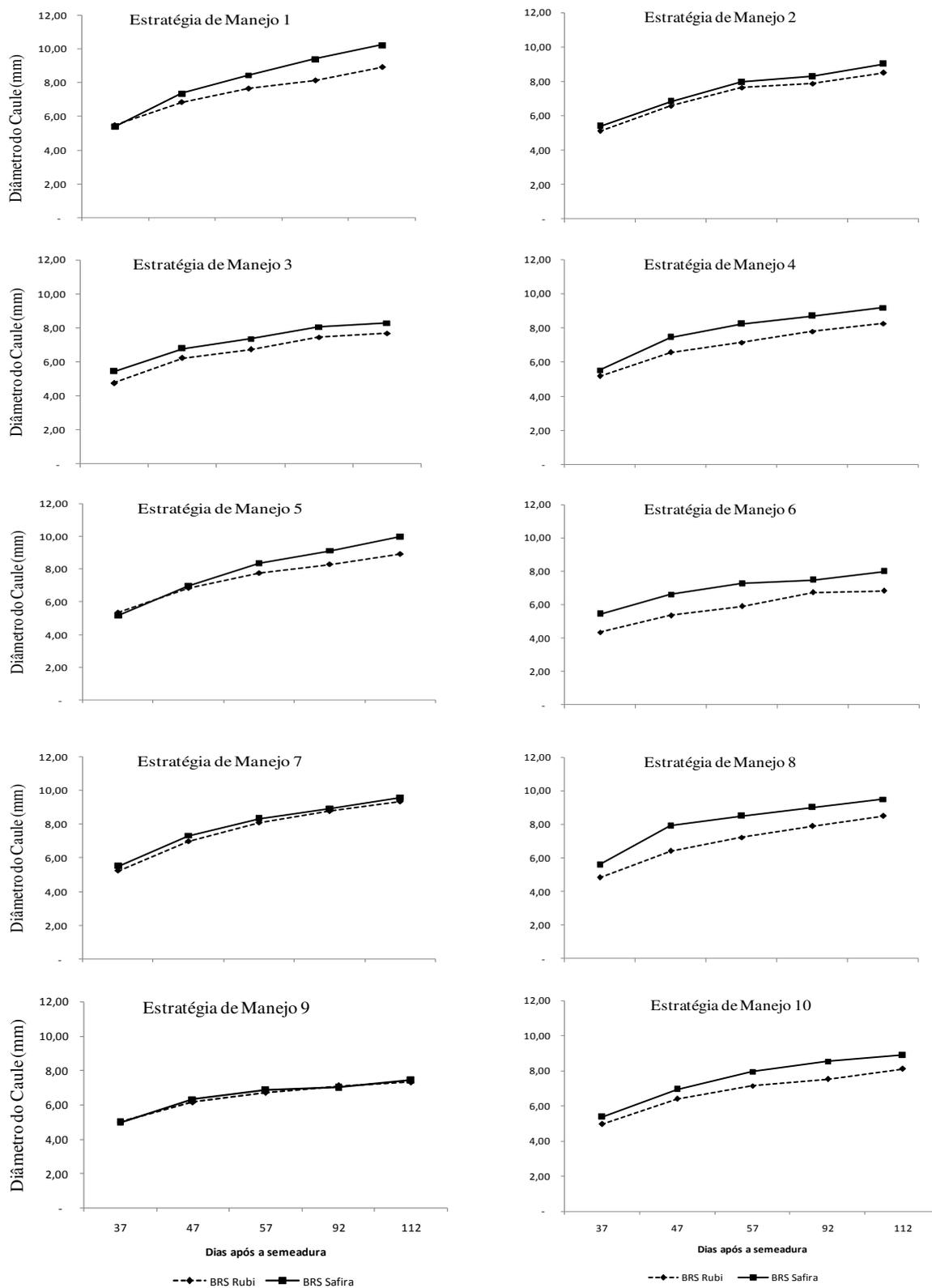


Figura 6. Diâmetro do Caule (DC) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2016.

## 5.2. Variáveis fisiológicas

Nos estudos de trocas gasosas (Tabela 4), verifica-se influência significativa ( $p < 0,01$ ) de maneira isolada para o fator Estratégia de Manejo da salinidade para as variáveis pertinentes às trocas gasosas - condutância estomática ( $g_s$ ), taxa de assimilação de  $CO_2(A)$  e transpiração ( $E$ ), aos 65 DAS, enquanto para a avaliação dos 20 DAS não ocorreu efeito significativo para nenhuma variável de trocas gasosas, nessa época todas as plantas eram irrigadas com água de baixa concentração de sais em todas as estratégias de manejo da salinidade.

Aos 65 DAS, foram avaliadas apenas as plantas que receberam irrigação com água salina nas fases de vegetação, de floração e as plantas que não receberam irrigação com água salina em todo ciclo, compreendendo as estratégias de manejo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 e 10. Já aos 108 DAS, as plantas avaliadas foram as que receberam irrigação com água salina nas fases de floração, de frutificação e as plantas que não receberam irrigação com água salina em todo ciclo, compreendendo as estratégias de manejo 1, 2, 4, 5, 7, 8 e 10, não ocorrendo efeito significativo para nenhuma variável de às trocas gasosas.

A avaliação da condutância estomática é uma ferramenta importante no monitoramento da dinâmica de crescimento das culturas (FERRAZ, 2012). Isso porque, segundo Paiva et al. (2005), a condutância estomática regula as trocas gasosas e, portanto, possui relação direta com o processo fotossintético e conseqüente crescimento e desenvolvimento das plantas.

Tabela 4. Resumo das análises de variância para condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência instantânea no uso da água ( $EUA$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) / (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ], concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e eficiência instantânea da carboxilação ( $EiC$ ) ( $A/C_i$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) / (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ] aos 20, 65 e 108 dias após a semeadura em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016.

DAS	Fonte de Variação	G L	Quadrados Médios					
			$g_s$	$E$	$A$	$EUA$	$C_i$	$EiC$
20 DAS	Estratégia de Manejo (EM)	6	0,002 <sup>ns</sup>	0,120 <sup>ns</sup>	5,910 <sup>ns</sup>	0,712 <sup>ns</sup>	370,636 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
	Genótipo(G)	1	0,003 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	8,219 <sup>ns</sup>	0,9152 <sup>ns</sup>	486,880 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
	EM x G	6	0,009 <sup>ns</sup>	0,091 <sup>ns</sup>	7,594 <sup>ns</sup>	0,471 <sup>ns</sup>	476,105 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>
	Bloco	2	0,013 <sup>ns</sup>	2,619 <sup>ns</sup>	12,632 <sup>ns</sup>	12,466 <sup>ns</sup>	864,500 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>
	Erro	2						
		6	0,009	0,071	4,778	0,679	282,314	0,0002
	CV (%)		16,88	13,33	16,51	12,21	7,42	24,21
Média Geral		0,186	2,002	13,239	6,750	226,500	0,058	
65 DAS	Estratégia de Manejo (EM)	8	0,013 <sup>p&lt;0,01</sup>	0,940 <sup>p&lt;0,01</sup>	18,69 <sup>p&lt;0,01</sup>	1,587 <sup>ns</sup>	1026,791 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
	Genótipo(G)	1	0,001 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	1,272 <sup>ns</sup>	0,074 <sup>ns</sup>	196,462 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
	EM x G	8	0,001 <sup>ns</sup>	0,076 <sup>ns</sup>	3,995 <sup>ns</sup>	1,282 <sup>ns</sup>	1353,837 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
	Bloco	2	0,003 <sup>ns</sup>	0,693 <sup>ns</sup>	143,205 <sup>ns</sup>	17,907 <sup>ns</sup>	37135,166 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>
	Erro	3						
		4	0,002	0,162	5,727	1,338	1187,791	0,0002
	CV (%)		39,28	24,05	25,18	20,16	14,55	35,34
Média Geral		0,138	1,678	9,503	5,720	236,944	0,0435	
108 DAS	Estratégia de Manejo (EM)	6	0,001 <sup>ns</sup>	0,117 <sup>ns</sup>	12,252 <sup>ns</sup>	1,532 <sup>ns</sup>	832,539 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>
	Genótipo(G)	1	0,001 <sup>ns</sup>	0,184 <sup>ns</sup>	42,380 <sup>ns</sup>	10,470 <sup>ns</sup>	8917,714 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
	EM x G	6	0,005 <sup>ns</sup>	0,039 <sup>ns</sup>	3,643 <sup>ns</sup>	3,212 <sup>ns</sup>	1928,269 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
	Bloco	2	0,013 <sup>ns</sup>	9,552 <sup>ns</sup>	3,789 <sup>ns</sup>	47,855 <sup>ns</sup>	667,166 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>
	Erro	2						
		6	0,001	0,132	9,989	2,823	2326,576	0,0003
	CV (%)		23,66	16,89	34,53	35,05	19,37	49,56
Média Geral		0,159	2,153	9,152	4,79	249,047	0,037	

As estratégias de manejo da salinidade não exerceram efeitos significativos na condutância estomática ( $g_s$ ) nas fases de floração e frutificação, porém na fase vegetativa aos 65 DAS, com a aplicação da salinidade, conforme as estratégias 3, 6 e 9, ocorreram reduções na condutância estomática em relação às plantas sem aplicação de estresse salino; neste período as plantas obtiveram valores de  $g_s$  em torno de 0,075 a 0,095  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Figura 7).

Para Suassuna (2013), sob estresse salino, as plantas têm seu potencial osmótico reduzido, o que dificulta a absorção de água pelas raízes, fazendo com que a planta reduza a abertura dos estômatos, como primeiro mecanismo. Nessas condições, ocorre defasagem entre a absorção de água pelas raízes e a transpiração e, por isso, considera-se o fechamento parcial dos estômatos uma estratégia para evitar desidratação excessiva ou uma consequência de desbalanço hídrico na epiderme das folhas, mecanismo que leva à redução do crescimento e da produção com a continuidade do estresse (RIBEIRO et al., 2009, MACHADO et al., 2010).

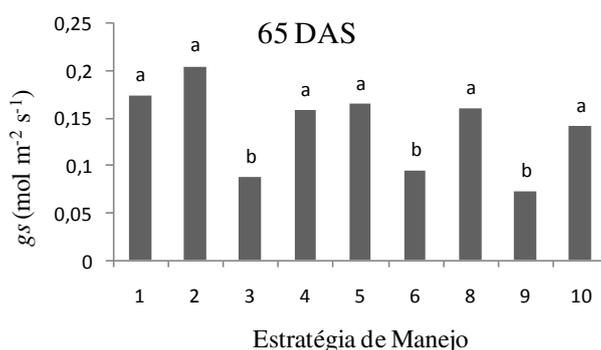


Figura 7. Teste de médias referente condutância estomática ( $g_s$ ) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2016. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$

Na Figura 8, verifica-se que a taxa transpiratória das plantas irrigadas com água de alta concentração de sais na fase vegetativa, quando comparadas com a estratégia 1, onde as plantas foram irrigadas com água de baixa salinidade, obtiveram decréscimo de 28, 25 e 41,4% para as estratégia de manejo 3, 6 e 9, respectivamente. A fotossíntese e a transpiração estão intimamente relacionadas entre si, envolvendo os estômatos, pois ao mesmo tempo em que eles oferecem resistência à difusão da água dentro da folha para a atmosfera, constituem-se uma barreira para a aquisição de  $\text{CO}_2$ . Deste modo, redução na

condutância estomática com o intuito de diminuir a perda de água, também pode ocasionar redução nas taxas fotossintéticas (BATISTA, 2011).

Silva et al., (2003), afirmam que o decréscimo da taxa de transpiração devido a irrigação com água salina sugere que houve redução do fluxo de água da planta devido provavelmente, à concentração de sais na zona radicular, diminuindo o metabolismo vegetal visto que o controle estomático da transpiração é um mecanismo utilizado por muitas espécies para restringir a perda de água e superar os períodos de seca e parece indicar uma tolerância do algodoeiro para evitar a excessiva perda de água. Resultados similares de declínio da taxa transpiratória pelo acréscimo de condutividade elétrica da água de irrigação também foram encontrados em pinhão-manso (SILVA, 2011), corroborando com os resultados deste trabalho.

De acordo com Robinson et al. (1997), a redução da taxa transpiratória ( $E$ ), em curto período de exposição ao estresse salino, ocorre devido ao decréscimo do potencial hídrico no sistema radicular. Em períodos longos de exposição, a redução de  $E$  resulta da alta concentração de íons associada à inibição da fotossíntese, causada pelo acúmulo de sais do mesófilo, e incrementos na concentração intercelular de  $\text{CO}_2$ , com a redução da condutância estomática.

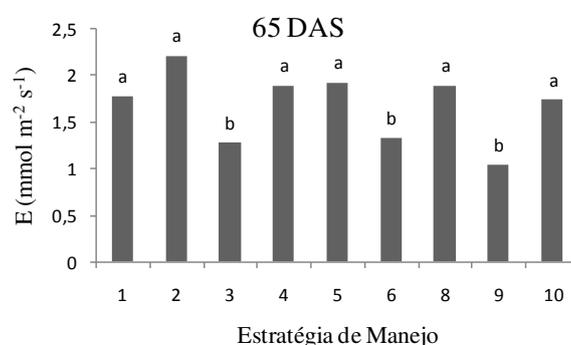


Figura 8. Teste de médias referente a transpiração ( $E$ ) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2016. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$

A taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  foi comprometida quando as plantas foram submetidas à irrigação com água salina na fase de vegetação, com base na Figura 9, nota-se essa redução devido à presença de alto nível salino na água de irrigação, se comparar os dados com os obtidos em plantas irrigadas com água de  $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ . Tal redução ocorreu em consequência da diminuição da condutância estomática (Figura 7) e da taxa de transpiração (Figura 8), decorrente da salinidade. Esses resultados estão em

concordância com Silva et al. (2011), pois tais autores reportam que as plantas submetidas a condições de salinidade da água sofreram diminuição da fotossíntese, associada à baixa condutância estomática foliar. Neves et al. (2009) comentam que a diminuição na taxa de fotossíntese é atribuída ao fechamento parcial dos estômatos associado ao efeito osmótico e à toxidez iônica sobre o metabolismo da planta.

A diminuição na fotossíntese é atribuída ao fechamento parcial dos estômatos, associado ao efeito osmótico e à toxidez iônica sobre o metabolismo da planta (NEVES et al., 2009). Esse fato foi observado com relação às estratégias de manejo adotadas, ocorrendo à diminuição da condutância estomática nas plantas de algodoeiro, devido à aplicação de água salina na fase de vegetação.

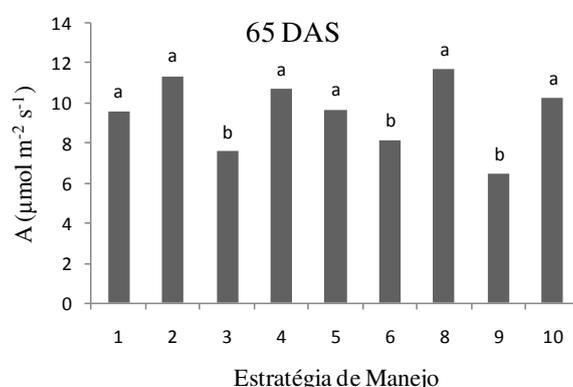


Figura 9. Teste de médias referente à taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$

### 5.3. Produção de fitomassa

Conforme indicado no quadro da análise de variância (Tabela 5), houve interação entre os fatores estratégias de manejo da salinidade e genótipos influenciaram, de forma significativa ( $p < 0,01$ ) a produção de fitomassa do caule (FSC) e a fitomassa da parte aérea (FSPA). Para a análise do efeito isolado dos fatores constatou-se que para as estratégias de manejo analisados tiveram diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre si, nas variáveis: fitomassa da folha, fitomassa do caule e fitomassa da parte aérea e para os genótipos de algodoeiro ocorreu diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre si, nas variáveis: fitomassa do caule e fitomassa da parte aérea. Soares (2014) e Jácome et. al. (2005) analisando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e genótipos

de algodoeiro em diferentes estádios de desenvolvimento também verificaram haver interação entre os fatores sobre o acúmulo de fitomassa.

Tabela 5. Resumo das análises de variância para fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA), em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016

Fonte de Variação	Quadrados Médios			
	GL	FSF	FSC	FSPA
Estratégia de Manejo (EM)	9	69,970 <sup>p&lt;0,01</sup>	84,644 <sup>p&lt;0,01</sup>	287,730 <sup>p&lt;0,01</sup>
Genótipos (G)	1	5,400 <sup>ns</sup>	248,066 <sup>p&lt;0,01</sup>	326,670 <sup>p&lt;0,01</sup>
EM x G	9	4,474 <sup>ns</sup>	9,844 <sup>p&lt;0,01</sup>	12,962 <sup>p&lt;0,01</sup>
Bloco	2	0,816 <sup>ns</sup>	1,050 <sup>ns</sup>	1,616 <sup>ns</sup>
Erro	38	2,150	2,067	4,072
CV (%)		8,35	10,98	6,62
Média Geral		17,566	13,10	30,46

Ns = não significativo; GL = grau de liberdade e CV = coeficiente de variação

Quanto as médias obtidas para as estratégias de manejo da salinidade, observa-se que o estresse salino influenciou a fitomassa da folha (Figura 10), as estratégias de manejo que obtiveram menores médias foram a 3, 6 e 9, com redução de 18,98%, 51,73% e 31,03, respectivamente, comprometendo o acúmulo de fitomassa da folha. Essas estratégias de manejo foram resultantes de estresse salino na fase de vegetativa, no terceiro ciclo, sendo submetidas no primeiro e segundo ciclo da cultura ao estresse salino nas fases de floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente.

As estratégias de manejo 1, 2, 5 e 8 foram irrigadas com água de baixa concentração de sais em todo o ciclo da cultura, e assim obtiveram as melhores médias quanto à fitomassa da folha. Vale salientar, que as estratégias 2, 5 e 8 receberam estresse salino no primeiro e segundo ciclo nas fases de floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, o que, possivelmente não afetou o terceiro ciclo. A estratégia de manejo da salinidade 7, recebeu estresse salino na fase de frutificação nos três ciclos da cultura, também foi superior estatisticamente, sendo provável que a água de irrigação não influencie a fitomassa da folha nesta fase fenológica.

Em seu trabalho com algodoeiro colorido BRS Verde sob estresse salino, Sousa Junior et al. (2005) citam que águas com concentração salina acima de 2,0 dS m<sup>-1</sup>

provocam decréscimo linear na fitomassa da parte aérea do algodoeiro. Esses autores concluíram que a fitomassa da parte aérea é a variável mais afetada como aumento da salinidade da água de irrigação.

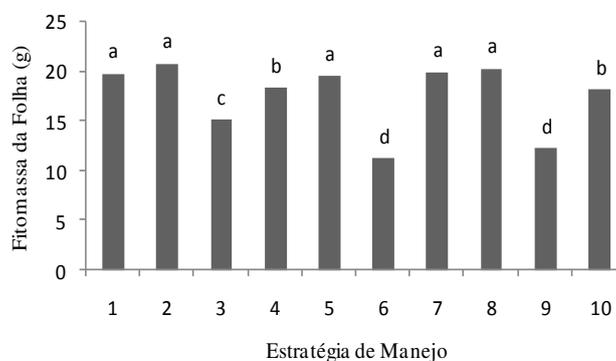


Figura 10. Teste de médias referente à fitomassa da folha (FSF) em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ).

Realizando o desdobramento estatístico do efeito do fator genótipo dentro das estratégias de manejo estudadas verificou-se que o genótipo ‘BRS Safira’ foi superior estatisticamente para fitomassa do caule e para fitomassa da parte aérea em todas as estratégias de manejo estudadas. Soares (2014), no estudo com três genótipos diferentes de algodoeiro colorido, irrigados em diferentes estágios fonológicos da cultura com água de diferentes concentrações de sais, também verificou que o genótipo ‘BRS Safira’ obteve maiores médias em fitomassa do caule e da parte aérea.

Nas estratégias de manejo em que foi aplicada água com alta concentração de sais na fase de vegetativa, estratégias 3, 6 e 9, as médias obtidas na avaliação de fitomassa do caule e da parte aérea foram inferiores as demais estratégias de manejo, em ambos genótipos, sendo um comportamento influenciado pelo dados de crescimento do algodoeiro. Para fitomassa da parte aérea as maiores médias foram obtidas nas estratégias de manejo em as plantas receberam água com baixa concentração de sais em todas as fases fonológicas, independente da estratégia de manejo do primeiro e segundo ciclo.

Para Brito (2015), o acúmulo da fitomassa é resultante do processo de crescimento, em que os resultados obtidos na produção de fitomassa estão em sintonia com os encontrados nas análises de crescimento, principalmente, ao se relacionar fitomassa da folha com as variáveis de crescimento número de folhas e área foliar,

reduzidas pelo estresse salino de maior nível de CEa. Por isso, a redução na produção de matéria seca sob determinado nível de salinidade, em relação ao ambiente sem excesso de sais, é usada como critério para a avaliação da tolerância ao estresse salino (SUASSUNA, 2013).

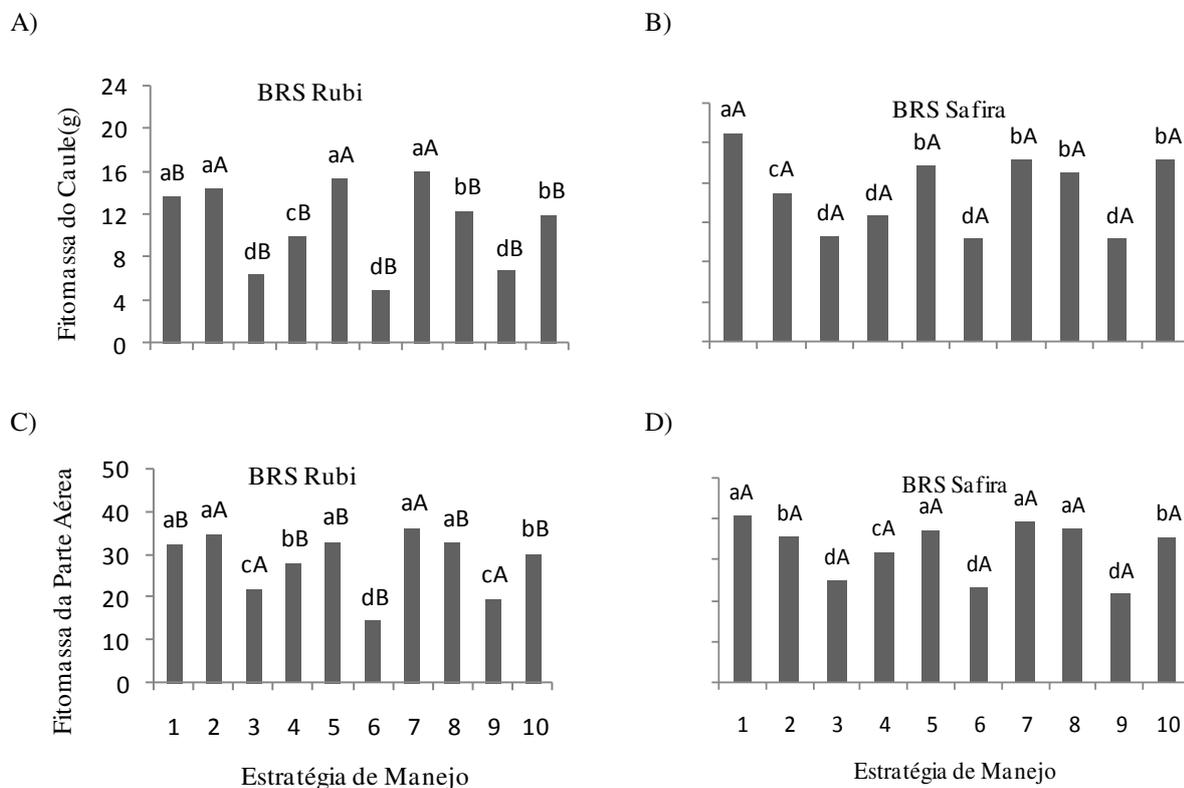


Figura 11. Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para a fitomassa de caule (FSC) e fitomassa da parte aérea (FSPA) do algodoeiro. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas e maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott,  $p < 0,01$ ) e entre genótipos (Tukey,  $p < 0,01$ ), respectivamente.

A partir dos resultados de fitomassa da folha, caule e parte aérea das plantas de algodão, constata-se que este decréscimo da fitomassa está relacionado, possivelmente, a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, como reduções na expansão foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea e de raízes (MELONI et al., 2001).

#### 5.4. Componentes de produção

Observa-se, na Tabela 6, diferença significativa para os fatores ‘Estratégia de Manejo’ e ‘Genótipos’ sobre número de capulhos por planta, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma, ao final do experimento. Em relação à interação

entre os fatores (estratégia de manejo e genótipo), constatou-se haver efeito significativo para todas as variáveis de componentes de produção. Jácome et al. (2003a) verificaram, ao estudar o comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas, efeitos significativos para as variáveis peso médio de algodão em caroço e peso de pluma, tanto para níveis de salinidade quanto para a interação dos fatores genótipos e níveis de salinidade, contudo sem ocorrer diferenças entre os genótipos.

Tabela 6. Resumo das análises de variância para número de capulhos, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2016

Fonte de Variação	Quadrados Médios			
	GL	Número de Capulhos	Massa/ Alg Caroço	Massa/Alg Pluma
Estratégia de Manejo (EM)	9	15,387 <sup>p&lt;0,01</sup>	748,831 <sup>p&lt;0,01</sup>	136,600 <sup>p&lt;0,01</sup>
Genótipos (G)	1	28,016 <sup>p&lt;0,01</sup>	799,350 <sup>p&lt;0,01</sup>	117,600 <sup>p&lt;0,01</sup>
EM x G	9	5,831 <sup>p&lt;0,01</sup>	137,350 <sup>p&lt;0,05</sup>	42,637 <sup>p&lt;0,01</sup>
Bloco	2	0,65 <sup>ns</sup>	2,850 <sup>ns</sup>	1,016 <sup>ns</sup>
Erro	38	0,983	61,499	10,143
CV (%)		10,61	14,09	16,08
Média Geral		9,350	55,650	19,766

Ns = não significativo; GL = grau de liberdade e CV = coeficiente de variação

Realizando o desdobramento do efeito isolado dos genótipos em estratégia de manejo da salinidade sobre o número de capulhos por planta, observa-se que as menores médias foram obtidas nas estratégias 3, 6 e 9 em ambos os genótipos, com uma redução de número de capulho por planta, para o genótipo ‘BRS Rubi’, de 20,05%, 42,84% e 22,87%, respectivamente, e para o genótipo ‘BRS Safira’ 48,40%, 35,52% e 35,43%, quando comparado com a estratégia 1, em que não se utilizou na água com alta concentrações de sais na irrigação. Para essas estratégias foram utilizadas água com alta concentração de sais para irrigação na fase vegetativa, analisando os dados de crescimento e produção, pode-se afirmar que a salinidade causou dano ao desempenho vegetativo das plantas reduzindo, também, o número de flores, de frutos e, em consequência, a produção final.

As estratégias de manejo da salinidade 1, 2, 5 e 8 foram irrigadas em todo terceiro ciclo com água de baixa concentração de sais, tais estratégias não se diferenciaram estatisticamente para o genótipo ‘BRS Safira’, porém, para o genótipo

‘BRS Rubi’ houve efeito significativo, nas estratégias de manejo 2, 4 e 10, em que as plantas receberam irrigação com água de alta concentração de sais na fase de floração no primeiro e segundo ciclo, tiveram suas médias reduzidas quando comparadas a estratégia de manejo 1, em que não se utilizou água com alta concentração de sais em nenhum dos ciclos e estágios de desenvolvimento. Possivelmente as plantas foram afetadas na fase de floração no primeiro e segundo ciclo, quando receberam água com alta concentração de sais, afetando o terceiro ciclo da cultura.

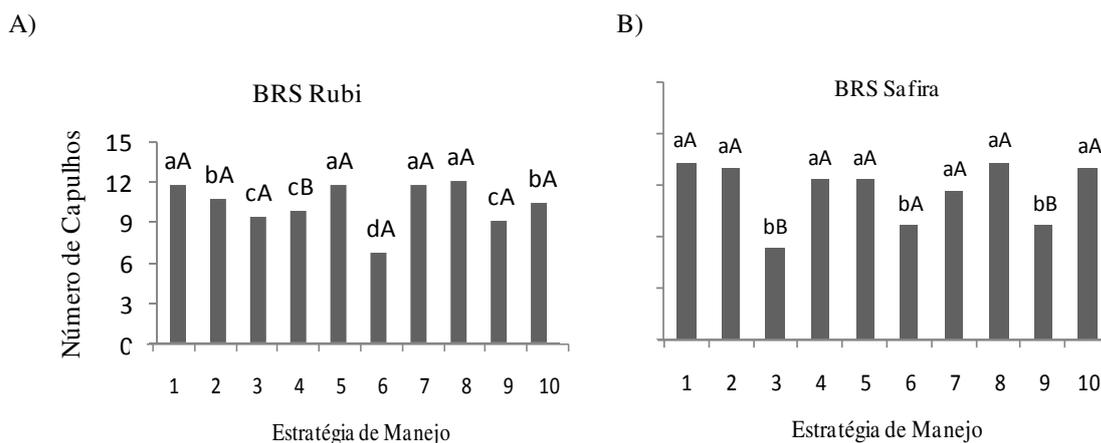


Figura 12. Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o número de capulhos. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas e maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott,  $p < 0,01$ ) e entre genótipos (Tukey,  $p < 0,01$ ), respectivamente.

Oliveira et al. (2012) comentam, ainda, que um dos principais efeitos da salinidade sobre o rendimento das plantas está relacionado com a redução do número de frutos, comportamento este encontrado em outras espécies de interesse agrônômico, como amendoim (CORREIA et al., 2009), melão (UYEDA et al., 2005; MEDEIROS et al., 2008), pinhão manso (NERY, 2011), entre outras.

Para a massa do algodão em pluma e em caroço os maiores valores foram observados no genótipo ‘BRS Safira’ independente da estratégia de manejo adotada, embora em alguns casos, as estratégias de manejo da salinidade, não tenham diferido de forma significativa da ‘BRS Rubi’. Com relação às estratégias de manejo da salinidade as menores médias foram verificadas nas estratégias 3, 6 e 9, em que receberam irrigação com água de alta concentração de sais apenas na fase vegetativa, levando em consideração os dados de produção, essas plantas não conseguiram se recuperar ao longo das outras fases de desenvolvimento.

Segundo Rhoades et al. (2000) a salinidade afeta não apenas o desenvolvimento mas também a produção das culturas, efeito que se manifesta principalmente na redução da população e do desenvolvimento dos frutos, com sintomas similares aos do estresse hídrico; em geral, a salinidade do solo, causada pela irrigação com água salina como pela combinação de fatores água, solo e manejo das culturas, pode resultar em aumento nos dias para colheita, redução no número de frutos, no peso dos frutos e sementes, influenciando diretamente a produção.

Soares (2014), estudando os mesmos genótipos aplicando água com alta concentração de sais em diferentes fases de desenvolvimento, obteve médias superiores para massa do algodão em pluma e em caroço em ambos os genótipos estudados. Jácome et al. (2003), trabalhando com diferentes genótipos de algodoeiro, também observaram redução nos parâmetros de produção em resposta ao aumento da salinidade. A redução na produção do algodoeiro em consequência do aumento da CEa, pode ser atribuída à menor absorção de água pelas plantas sob estresse hídrico acarretando diminuição na produção das plantas, conforme resultados obtidos por Cordão Sobrinho et al. (2007).

Na figura 13 (A e C), observa-se que a estratégia de manejo da salinidade 1, onde não se aplicou estresse salino em nenhum das fases de desenvolvimento e nem nos ciclos anteriores, foi superior as demais estratégias, para o genótipo 'BRS Rubi', analisando esses resultados pode-se afirmar que o primeiro e segundo ciclo da cultura do algodoeiro influenciou negativamente a produção no terceiro ciclo. Já para o genótipo 'BRS Safira' não houve diferença significativa entre os tratamentos 1, 2, 7 e 8 para as variáveis de massa do algodão em pluma e em caroço. As estratégias 1, 2 e 8 não foram irrigadas com água de alta concentração de sais no terceiro ciclo da cultura, porém no primeiro e segundo ciclo receberam irrigação com água salina a estratégia de manejo 2 na fase e floração e a estratégia 8 na fase de floração/frutificação, verifica-se que o manejo da água de irrigação com alta concentração de sais do primeiro e segundo ciclo não influenciaram os componentes de produção da massa do algodão em pluma e em caroço no terceiro ciclo da cultura do algodão.

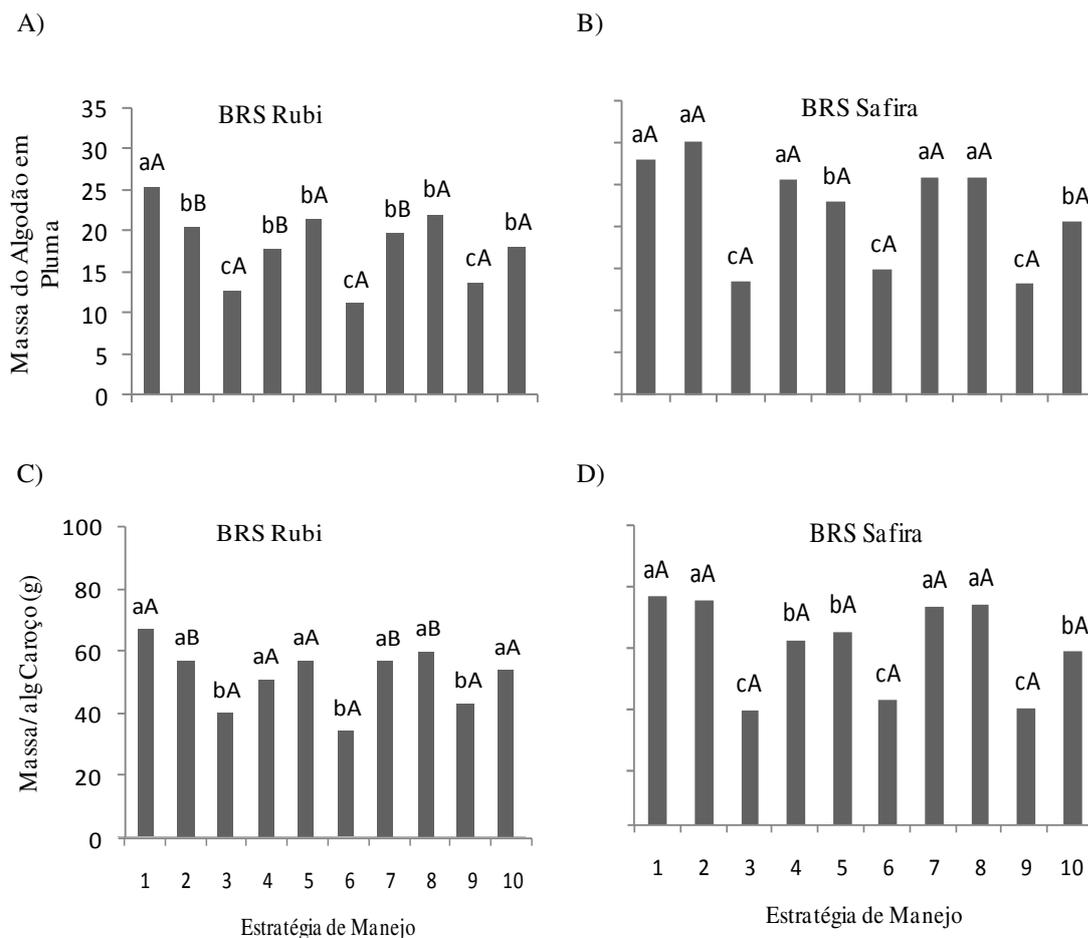


Figura 13. Teste de médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para massa do algodão em pluma e em caroço. Campina Grande, PB, 2016. Letras minúsculas e maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott,  $p < 0,01$ ) e entre genótipos (Tukey,  $p < 0,01$ ), respectivamente.

## 6. CONCLUSÕES

- Dentre os genótipos, o ‘BRS Rubi’ é o mais sensível à salinidade da água de irrigação (CEa de  $9 \text{ dS m}^{-1}$ ), independente do estágio de desenvolvimento.
- Ocorre diminuição da produção do algodoeiro quando irrigado com água salina nas fases de floração e na frutificação em ciclos sucessivos.
- A alta condutividade elétrica da água de irrigação nas fases de floração e frutificação no primeiro e segundo ciclo, e na fase vegetativa no terceiro ciclo da cultura do algodoeiro reduz as variáveis de crescimento e fisiologia.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, S.; KHAN, N.; IQBAL, M.Z.; HUSSAIN, A.; HASSAN, M. Salt tolerance of cotton (*Gossypiumhirsutum*L.). Asian Journal of Plant Sciences, v.1, p.715-719, 2002.
- ANA. Agência Nacional das Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. 2014. Disponível em: <<http://www.http://conjuntura.ana.gov.br/>> Acesso em 24/12/2015.
- ANDRADE JÚNIOR, E.R.; GALBIERI, R.; VILELA, P. A.; FERRARI, S.; BOLDT, A. F. Controle químico da mancha de *Ramularia (Ramulariaareola)* no algodoeiro em Campo Verde-MT. In: 7º Congresso Brasileiro do Algodão, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 1-7. 1 CD-ROM.
- ARRUDA, F. P. de; ANDRADE, A. P. de; SILVA, I. F. da; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. A. M. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.1, p. 21-27, 2002.
- ASHRAF, M.; AHMAD, S. Genetic effects on yield components and fiber characteristics in upland cotton (*Gossypiumhirsutum* L.) cultivated under salinized (NaCl) conditions. Agronomie, v.20, p.917-926, 2000.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. A. A qualidade da água na irrigação do trópico semiárido - um estudo de caso. In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação. Recife: CNPq, SUDENE, p.147-153, 1995.
- AZEVEDO, P.V., RAO, T.V.R.; AMORIM NETO, M.S.; PEREIRA, J.R.C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MACIEL, G.F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.28. n. 7, p. 863-870, 1993.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura, 2ª ed, Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 Revisado I.
- BARROS, A. D. Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão. 124p. (Tese Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2002.

- BATISTA, T.M.V. Fotossíntese e condutância estomática de tomate SM-16 e mariana cultivados com diferentes tipos de cobertura do solo. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 171p. 2011.
- BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G.; PEREIRA, J.R. Potencialidades de alguns subprodutos do algodoeiro. I. fitomassa e seu subproduto principal, a celulose.(Comunicado Técnico, 114).Campina Grande, PB. 4p. 2000.
- BELTRÃO, N.E.M. Fisiologia da Produção do Algodoeiro. Circular Técnica 94. 2006.
- BOTÍA, P. NAVARRO, J.M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. *European Journal of Agronomy*, v.23, n.3, p.243-253, 2005.
- BRITO, K.S.A. Produção de algodoeiros naturalmente coloridos sob estresse salino no segundo ciclo de cultivo após poda. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. UFCG, 2015.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; MELO, A.S. de; CARDOSO, J.A.F.; SOARES FILHO, W.S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.4, p. 343-353, 2008.
- COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. Geografia do Brasil. São Paulo: Editora Moderna. 368 p. 1982.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Prospecção para safra 2012/13: algodão. Brasília, DF. 2012. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Algodao/27RO/APP\\_Propespec%C3%A7%C3%A3o\\_safra\\_Algod%C3%A3o.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Algodao/27RO/APP_Propespec%C3%A7%C3%A3o_safra_Algod%C3%A3o.pdf)> Acesso em 21/12/2015.
- CORDÃO SOBRINHO, F.P.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E. de M.; SOARES, F.A.L.; TERCEIRO NETO, C.P.C. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS – 200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.3, p.284-292, 2007.
- CORREIA, K. G.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; NOBRE, R.G.; SANTOS, T.S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim

- sob condições de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 04, p. 514-521, 2009.
- DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; SOUSA NETO, O. N.; BLANCO, F. F.; REBOUÇAS, J. R. L. Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 3, p. 915-921, 2011.
- DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.2, p.146-151, 2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Cultivo do algodão irrigado. Sistemas de Produção 3. 2ª edição. Versão Eletrônica. Set/2006. Disponível em: <http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 30 dez. 2015.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). Algodão Colorido: “Tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil”.(EMBRAPA-CNPA, Circular Técnico, 17). Campina Grande, PB,2p. 2011.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas. 2ªed. Londrina: Editora Planta, 403p. 2006.
- FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE: INCT Sal, v. 1, p. 205-216, 2010.
- FAGERIA, N. K. Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz. Rio de Janeiro: Campus, v.2 n.6 p.236-239, 2002.
- FARIAS, F.J.C. Índice de seleção em cultivares de algodoeiro herbáceo. 121f. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2005.
- FERREIRA, D.F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, p. 32, 2003.

- FREIRE, E.C. O algodão colorido no Brasil. Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento 1999. p. 36-39
- FRYXELL, P.A. Taxonomy and germplasm resources. In: KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. Cotton. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, p. 27-57, 1984.
- GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W. B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. Engenharia na Agricultura, v.18, p. 330-338, 2010.
- JÁCOME, A.G.; OLIVEIRA, R.H.P.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SOUZA, A.P.; GONÇALVES, A.C.A. Crescimento de genótipos de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação. Acta Scientiarum - Agronomy, v.25, n.2, p. 305-313, 2003.
- JÁCOME, A.G.; OLIVEIRA, R.H.; FERNANDES, P.D.; GONÇALVES, A.C.A. Comportamento produtivo de genótipo de algodão sob condições salinas. Acta Scientiarum - Agronomy, v. 25, n. 01, p. 187-194, 2003(a).
- JÁCOME, A. G.; Fernandes, P.D.; Gonçalves, A.C.A.; Amaral, H.F. Tolerância do algodoeiro em diferentes estádios irrigado com água salina. In: 5º CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2005, Campina Grande. Anais... Campina Grande, PB: EMBRAPA, 2005. CD-ROM.
- KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro: Ed. Koogan, 2004. 452p.
- LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: Imprensa Univesitária, 2005. P. 118-126.
- LACHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RIMA, 2000. 531p.
- LIMA, L.H.G.M. Qualidade fisiológica de sementes de genótipos de algodoeiro sob estresse salino. Dissertação. UFRN. Natal, RN. 44p. 2007.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R, L, V.; ALMEIDA, R, S.; MARHCESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. Revista Irriga, v. 12, n. 1, p. 73-82, 2007.
- MAAS, E.V.; NIEMAN, R.H. Physiology of plant tolerance to salinity. In: Jung, G.A. (ed.). Crop tolerance to sub-optimal land conditions. Madison: American Society of Agronomy, cap1. p.277-279. Special publication, 32. 1978.

- MACHADO, D.F.S.P.; MACHADO, E.C.; MACHADO, R.S; RIBEIRO, R.V. Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas gasosas e na atividade fotoquímica de laranja 'valência'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 2, p. 351-359, 2010.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Algodão. 2013. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>> Acesso em 22/08/2015.
- MARTINEZ, V.; LAUCHLI, A. Salt-induced of phosphate-leptake in plants of cotton. *New phitol.*, v. 126, n. 4, p. 609-614,1994.
- MEDEIROS, J.F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos estados do RN, PB e CE. Campina Grande, Dissertação (Mestrado), 1992. 137p. Universidade Federal da Paraíba
- MEDEIROS, J.F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos estados do RN, PB e CE. 1996. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, PB, 1996.
- MEDEIROS, J.F.; DIAS, N.S.; BARROS, A.D. Manejo da irrigação e tolerância do meloeiro a salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 03, n. 03, p. 242-247, 2008.
- MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R. Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (Ed). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, SBEA, cap.8, p.239-284, 1997.
- 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 of Plant Nutrition*, v.24, n.3, p.599-612, 2001.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, v.25, n.2, p.239-250, 2002.
- NERY, A.R. Crescimento e desenvolvimento do pinhão manso irrigados com águas residuária e salinizada – Segundo ciclo de produção. (Tese de doutorado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2011.

- NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão de corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3 p.758-765, 2009.
- NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA. p.189-253. 1991.
- NUNES FILHO, J. Comportamento de duas cultivares de algodoeiro (*Gossypiumhirsutum* L. Raça *latifolium*Hutch.) em função da salinidade e umidade do solo.(Tese de Doutorado). UniversidadeEstadualPaulista. Botucatu, SP, 96p., 1993.
- OLIVEIRA, A.M.; OLIVEIRA, A.M.P.; DIAS, N.S.; MEDEIROS, J.F. Irrigação com água salina no crescimento inicial de três cultivares de algodão. *Irriga*, v. 13, n. 4, p. 467-475, 2008.
- OLIVEIRA, F.A. MEDEIROS, F.A.; OLIVEIRA, F.R.A.; FREIRE, A.G.; SOARES, L.C.S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 279-287, 2012.
- PASTERNAK, D. Salt tolerante and crop production - A comprehensive approach. *Annual Review of Phytopathology*, v.25, s.n., p.271-291,1987.
- PEREIRA, E.R.L. Tolerância de genótipos do algodão colorido ao estresse salino. (Dissertação de Mestrado). 105f. Universidade Federal da Paraíba e Embrapa Algodão. Campina Grande, PB, 2012.
- QUEIROZ, S.O.P.; BÜLL, L.T. Comportamento de genótipos de algodão herbáceo em função da salinidade do solo, 2001. *Revista Irriga*, v. 6, n. 2, p. 124- 134, 2001.
- RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. Uso de águas salinas na produção agrícola. UFPB, 117 p., 2000.
- RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; SANTOS, M.G.; OLIVEIRA, R.F. Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. *Photosynthetica*, v. 47, n.2, p. 215-222, 2009.

- RICHARDS, L. A. Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos. (Manual da Agricultura, 60) 6ª ed. México, 160 p., 1980.
- RIOS, L. V. C. Salinidad: Homeostasis iônica y acuaporinas. Centro de Investigaciones del Hombre in El Desierto-IDESIA. p.61-68, 2004.
- ROCHA, M.S.; MATA, M. E. R. M. C.; CARVALHO, J. M. F. C.; LOPES, K. P. Crioconservação de sementes de algodão.Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, n. 3, p. 312–318, 2009.
- RODRIGUES, C.R.F. Efeitos do cloreto de sódio sobre o crescimento e acumulação de nutrientes da mamoneira. 78 f. (Dissertação Mestrado).Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2007.
- SALIH, H.M.; ABDUL HALIM, R.K. Effects of levels of two dominant salt types in Iraq on some components of cotton (*Gossypiumhirsutum* L.) yield.Journal of Agriculture and Water Resources Research,v.4, n.1, p.1-14, 1985.
- SILVA, E.C. NOGUEIRA, R.J.M.C.; AZEVEDO NETO, A.D. de; SANTOS, V.F. dos. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. Acta Botânica Brasílica, v.17, n.2, p.231-246, 2003.
- SILVA, E.N.; RIBEIRO, R.V.; SILVA, S.L.; VIEGAS, R.A.; ILVEIRA, J.A.G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physicnut young plants. Scientia Agrícola, v. 68, n. 1, p. 62-68, 2011.
- SIQUEIRA, E.C. Crescimento e produção do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26 sob estresse salino. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. 2003.
- SOARES, L.A.A. Tolerância do algodoeiro colorido ao estresse salino em diferentes estádios de desenvolvimento. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. UFCG, 2014.
- SOUSA JUNIOR, S.P.; SOARES, F.A.L.; SIQUEIRA, E.C.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS Verde sob estresse salino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, (Suplemento), p.236-241, 2005.
- SUASSUNA, J.F. Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse salino. (Tese Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2013.

- SUASSUNA, J. Opções e Limitações Tecnológicas para a Região Semi-árida do Nordeste. Encarte agrícola do Diário de Pernambuco. Recife, 09 de junho de 1989.
- TAIZ, T.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4ª ed, Porto Alegre: ArtMed, 819p., 2009.
- TESTER, M., DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, n.5, p.503-527, 2003.
- UYEDA, C.A.; GURGEL, M.T.; GHEY, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; FERNANDES, P.D. Produtividade de duas cultivares de meloeiro irrigadas com água de alta e baixa salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, (Suplemento), p.318-321, 2005.
- VALE, L.S.; MIRANDA, M.F.A.; JUNIOR, R.R.N.; SILVA, M.I.L.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J. Efeito da salinidade na cultura do algodoeiro herbáceo. Congresso Brasileiro de Algodão, 5, 2005. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/211.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/211.pdf)> Acesso em: 01/09/2015
- VALE, A. T.; GENTIL, L. V.; GONÇALEZ, J. C.; COSTA, A. F. Caracterização energética da biomassa e rendimento da carbonização de resíduos de grãos de café (*Coffea arabica*, L) e de madeira (*Cedroranacatenaeformis*), Duke. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2007, Teresina. Anais... Teresina, 2007. CD-ROM.
- WILLADINO, L; CÂMARA, T. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: REIGOSA. M. J.; PEDROL, N.; SÁNCHEZ, A. *La Ecofisiologia Vegetal, Una ciência de síntesis*. Madri, Espanha. Editora Thomsom, 2004. p.303-329
- ZANANDREA. I.; NASSI, F.L.; TURCHETTO, A.C.; BRAGA, E.J.B.; PETERS, J.A.; BACARIN, M.A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 12, n. 2, p. 157-161, 2006.