



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO COLORIDO AO ESTRESSE
SALINO VARIANDO OS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO**

LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

FEVEREIRO – 2014

Lauriane Almeida dos Anjos Soares
Engenheira Agrônoma

TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO COLORIDO AO ESTRESSE
SALINO VARIANDO OS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

Orientadores: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes
Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de concentração Irrigação e Drenagem.

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
FEVEREIRO – 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA
LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES

TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO COLORIDO AO ESTRESSE
SALINO VARIANDO OS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Dr. Pedro Dantas Fernandes – Orientador

Dr. Ronaldo do Nascimento – Orientador

Dr. Marcos Eric Barbosa Brito – Examinador

Dr. Lourival Ferreira Cavalcante – Examinador

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
FEVEREIRO – 2014

*De maneira muito especial, a meu esposo,
Geovani Soares de Lima, pelo carinho,
apoio e colaboração em todas as etapas da
minha formação.*

*Ao nosso bebê, que chegará trazendo muito
amor, alegria e felicidade.*

DEDICO

*A meus pais, Raimundo Antônio F. dos Anjos e
Maria Dalva F. de Almeida (em memória) e a
meus avôs, Izaú Pedro de Almeida e Ana F. de
Almeida, pelos exemplos de vida que são, pela
compreensão, carinho e amor dedicados e que
me servem de estímulo para continuar lutando
por momentos felizes como este.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS que, durante todo o período de realização desta dissertação, não deixou que meu ânimo nem minha esperança, se abalassem pelas dificuldades.

A meu esposo, Geovani, pela presença incondicional, dedicação e auxílio durante a realização deste trabalho.

A meus avôs, Izaú Pedro de Almeida e Ana Freitas de Almeida, pelo apoio, carinho e estímulo, durante esta caminhada.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade na realização do Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Dr. Pedro Dantas Fernandes por todos os ensinamentos transmitidos e valiosa contribuição acadêmica e pela amizade e incentivo.

Ao Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento, pela orientação e contribuições fornecidas.

Em especial ao Professor Marcos Eric meu primeiro Mestre.

À professora Sallydelândia pela amizade e confiança, em prol da realização do estágio de docência.

Aos funcionários da Coordenação de Pós-graduação Dona Cida e Gilson pela atenção e ajuda, sempre que necessitei durante todo o curso.

Aos Professores do Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola: Josivanda Palmeira, Hugo Orlando, Vera Lúcia, José Dantas, Carlos Azevedo e Lúcia Helena, por todos os ensinamentos e amizade.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Marcos Eric Barbosa Brito e Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, pelas valiosas sugestões com vista à melhoria deste trabalho.

Aos amigos da Pós-Graduação: Elaine Priscila, Rennan Fernandes, Carlos Pedro, Salatiel Nunes, Klebson Brito, Júlia Soares, Francisco das Chagas (Júnior), Jônatas Raulino, Guilherme, Elysson Marcks, José Marcelo, Kalyne Sonale, Kyonelly Queila e tantos outros, pelo proveitoso convívio e pelas valiosas ajudas e incentivos constantes.

Em especial ao amigo Janivan Fernandes Suassuna, pela ajuda na condução do trabalho e amizade.

A todas as pessoas, que de alguma maneira, contribuíram para realização deste trabalho.

...meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo geral.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1. Cultura do algodoeiro.....	17
3.1.1. Aspectos botânicos e fisiológicos.....	17
3.1.2. Aspectos econômicos.....	18
3.2. Qualidade da água de irrigação.....	19
3.3. Efeitos dos sais sobre as plantas.....	21
3.4. Tolerância das culturas à salinidade.....	22
3.5. Salinidade em plantas de algodoeiro.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. Localização.....	25
4.2. Fatores estudados e delineamento estatístico.....	25
4.2.1. Estratégias de manejo da salinidade.....	25
4.2.2. Descrição dos Genótipos.....	26
4.2.3. Tratamentos e delineamento.....	27
4.2.4. Unidade Experimental.....	27
4.3. Semeadura.....	28
4.4. Preparo da água salinizada.....	28
4.5. Manejo da irrigação.....	29
4.6. Tratos culturais e fitossanitários.....	29
4.7. Variáveis analisadas.....	30
4.7.1. Variáveis de crescimento do algodoeiro.....	30
4.7.2. Parâmetros fisiológicos.....	30
4.7.3. Produção de fitomassa.....	30

4.7.4. Componentes de produção.....	31
4.8. Análise estatística.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1. Variáveis de crescimento.....	32
5.2. Parâmetros fisiológicos.....	52
5.3. Produção de fitomassa.....	63
5.4. Componentes de produção.....	66
6. CONCLUSÕES.....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
8. APÊNDICE.....	84

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 Resumo das análises de variância para o número de folhas (NF) aos 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014.....	32
Tabela 2 Teste de médias para o número de folhas (NF) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014....	33
Tabela 3 Médias para a o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para o número de folhas por planta (NF) do algodoeiro aos 30 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014.....	35
Tabela 4 Resumo das análises de variância para a área foliar (AF) aos 23, 30, 37 e 59 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014.....	39
Tabela 5 Teste de médias para a área foliar (AF) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014.....	40
Tabela 6 Médias para a o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para a área foliar (AF) do algodoeiro aos 37 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014.....	41
Tabela 7 Resumo das análises de variância para o diâmetro de caule (DC) aos 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014.....	42
Tabela 8 Teste de médias para diâmetro de caule (DC) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014.....	43
Tabela 9 Resumo das análises de variância para a altura de plantas (AP) aos 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014.....	48
Tabela 10 Teste de médias para altura de planta (AP) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014.....	49
Tabela 11 Resumo das análises de variância para condutância estomática (gs), transpiração (E), taxa de assimilação de CO ₂ (A), eficiência instantânea no uso da água (EUA), concentração interna de CO ₂ (Ci) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) aos 16, 37, 59 e 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014.....	53
Tabela 12 Resumo das análises de variância para fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) aos 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014.....	63
Tabela 13 Médias para a o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de	

	manejos para a fitomassa de caule (FSC) e fitomassa da parte aérea (FSPA) do algodoeiro aos 113 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014.....	66
Tabela 14	Resumo das análises de variância para número de dias para antese, peso do algodão em caroço e peso do algodão em pluma aos 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014.....	67
Tabela 15	Médias para a o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para o número de dias para antese e peso do algodão em pluma aos 113 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014.....	68

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Vista geral do experimento em casa de vegetação aos 16 (A) e 110 (B) dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014.....	25
Figura 2	Experimento ao final da fase de produção, aos 113 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014.....	31
Figura 3	Teste de médias para o número de folhas (NF) de genótipos de algodão. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	34
Figura 4	Evolução do número de folhas (NF) de genótipos de algodão sob diferentes estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014.....	37
Figura 5	Teste de médias para a área foliar (AF) de genótipos de algodão. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	40
Figura 6	Teste de médias para diâmetro de caule (DC) de genótipos de algodão. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	44
Figura 7	Evolução do diâmetro de caule (DC) de genótipos de algodão sob diferentes estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014.....	46
Figura 8	Teste de médias para altura de planta (AP) de genótipos de algodão. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	50
Figura 9	Evolução da altura de planta (AP) de genótipos de algodão sob diferentes estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014.....	51
Figura 10	Teste de médias para condutância estomática (gs) 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 Tukey, $p < 0,05$	55
Figura 11	Teste de médias para transpiração (E) 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 Tukey, $p < 0,05$	56
Figura 12	Teste de médias para taxa de assimilação de CO_2 (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 Tukey, $p < 0,05$	58
Figura 13	Teste de médias para eficiência instantânea no uso da água (EUA) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 113 DAS. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	59
Figura 14	Teste de médias para concentração interna de CO_2 (Ci) 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 Tukey, $p < 0,05$	60
Figura 15	Teste de médias para concentração interna de CO_2 (Ci) de genótipos de algodão aos 113 DAS. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	61
Figura 16	Teste de médias para eficiência instantânea da carboxilação (EiC) 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 Tukey, $p < 0,05$	62
Figura 17	Teste de médias para eficiência instantânea da carboxilação (EiC) de genótipos de algodão aos 113 DAS. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	62
Figura 18	Teste de médias para fitomassa da folha (FSF) em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade (A) e de diferentes genótipos de algodão (B). Campina Grande, PB, 2014. Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,05$).....	64
Figura 19	Teste de médias para peso do algodão em caroço em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade (A) e genótipos de algodão (B). Campina Grande, PB, 2014. Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,05$).....	69

SOARES, L. A. A. Tolerância de genótipos de algodoeiro colorido ao estresse salino variando os estádios de desenvolvimento. 2014. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

RESUMO

O uso de água salina na atividade agrícola vem se tornando uma realidade em diversas áreas do mundo, por ser a tolerância à salinidade variável entre fases de desenvolvimento da cultura, variando, também, com o genótipo utilizado. Igualmente relevante devem ser os estudos de recuperação das plantas, após o período de exposição à salinidade, podendo ser uma estratégia de uso de águas salinas em irrigação. Nesse sentido objetivou-se, com esta pesquisa, determinar a tolerância de genótipos de algodão naturalmente colorido, variando os estádios de desenvolvimento da planta, em condições de baixa e alta salinidade e avaliar a recuperação após a exposição ao estresse salino. Em experimento realizado em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campus de Campina Grande, foram avaliados três genótipos de algodoeiro (G1 - BRS Rubi 1; G2 - BRS Topázio; G3 - BRS Safira), submetidos a sete estratégias de manejo da salinidade, variando a qualidade da água aplicada em fases diferentes do ciclo das plantas. Combinados os fatores no delineamento em blocos casualizados, resultaram em 21 tratamentos (3 x 7) com três plantas por parcela e três repetições. Foram avaliadas variáveis de crescimento, fisiológicas e de produção das plantas aos 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura. Os dados foram submetidos ao teste de Fischer, 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 dS m^{-1}), independente do estágio de desenvolvimento. A aplicação sucessiva da água salina na floração e na formação da produção foi prejudicial ao crescimento e ao desenvolvimento e não houve recuperação das plantas após suspensão do estresse. Irrigação com água salina nas fases iniciais do desenvolvimento pode ser utilizada no cultivo do algodoeiro com as menores perdas na produção em pluma. A produção do algodão em caroço é mais afetada pela salinidade aplicada tanto na fase de floração como na formação dos capulhos.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., salinidade, produção

SOARES, L. A. A. Tolerance of cotton to salt stress at different developmental stages. 2014. 86f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

ABSTRACT

The use of saline water in agriculture is becoming a reality in many areas of the world, being the variable salinity tolerance between stages of crop development, also varies with the genotype used. Equally important should be the recovery studies of plants, after the period of exposure to salinity, may be a strategy of using saline water for irrigation. In this sense the objective of this research was to determine the tolerance of naturally colored cotton genotypes, varying stages of plant development, in high and low salinity conditions and assess recovery after exposure to saline stress. In this sense, the objective of this research was to determine the tolerance of cotton genotypes during different stages of plant development under conditions of low and high salinity and assess recovery after exposure to saline stress. In an experiment conducted in a greenhouse of the Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola/CTRN, Campus Campina Grande, three cotton genotypes (G1 - BRS Rubi 1; G2 - BRS Topázio; G3 - BRS Safira) were evaluated submitted to seven managements strategies salinity varying the quality of applied at different stages of the plant cycle. The combined factors, in randomized blocks, resulted in 21 treatments (3 x 7) with three plants per plot and three replications. Variables were evaluated for growth, physiological and production plants at 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 and 113 days after sowing. Data were subjected to Fischer's test, comparing the averages Scott - Knott ($p < 0.05$) for the management strategies and Tukey test ($p < 0.05$) between cotton genotypes. Among the genotypes BRS Rubi was more sensitive to salinity of irrigation water ($EC_w 9 \text{ dS m}^{-1}$), regardless of the stage of development. The successive application of saline water at flowering and formation of production was detrimental to growth and development and there was no recovery of plants after discontinuation of stress. Irrigation with saline water in the early stages of development can be used in the cultivation of cotton with the lowest losses in lint production. The production of cotton is more affected by salinity applied both at flowering and the formation of bolls.

Key-words: *Gossypium hirsutum* L., salinity, production

1. INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas envolve aspectos quantitativos e qualitativos, causando restrições de uso para consumo humano, animal e na irrigação (MEDEIROS et al., 2003). Em tais regiões, ainda é comum a ocorrência de fontes de água com elevada concentração de sais, principalmente sódio, reduzindo sua qualidade e limitando sua utilização na agricultura (NEVES et al., 2009).

Entretanto, águas salinas podem ser utilizadas para a irrigação de culturas durante certo período do crescimento, com pouca ou nenhuma redução no seu rendimento (MAAS e POSS 1989; FRANÇOIS et al. 1994); sua utilização, porém, requer melhorias na gestão da água, manutenção do solo e cultivo de culturas tolerantes à salinidade (OSTER, 1994).

Dentre as culturas consideradas tolerantes tem-se o algodoeiro, sendo a salinidade limiar de $7,7 \text{ dS m}^{-1}$ (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo), por não haver queda de produção das plantas até este nível, após o qual ocorre redução do rendimento, de 10%, 25%, 50% e 100%, quando a CEes é de 9,6, 13,0, 17,0 e $27,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (MAAS e HOFFMAN, 1977), ou seja, mesmo sendo considerado tolerante, podem ocorrer reduções substanciais no crescimento e na produção, quando a planta é exposta à condição de alta salinidade.

A irrigação do algodoeiro, com diferentes níveis de salinidade, foi investigada em vários estudos (JÁCOME et al., 2003; QUEIROZ e BULL, 2006; PEREIRA, 2012), sendo demonstrado que, em geral, a salinidade retarda e reduz a germinação e a emergência, diminui o crescimento de ramos e afeta vários outros componentes de crescimento; compromete, ainda, algumas características da qualidade de fibra, quando as plantas são irrigadas com águas de moderada a elevada salinidade. Essas limitações ocorrem pelo fato de, em condições salinas, haver redução na disponibilidade de água às plantas, por redução do potencial osmótico da solução do solo (LEONARDO et al., 2003; MEDEIROS et al., 2010). Além disso, a salinização resulta em desbalanço nutricional, uma vez que o excesso de sódio na solução de solo provoca distúrbio na absorção de nutrientes, afetando as concentrações de íons na planta, como Ca, Mg e K (VIANA et al., 2001).

Maas e Hoffman (1977) determinaram a tolerância à salinidade na zona radicular com base em aspectos agrônômicos das culturas. No entanto, o uso dessa classificação não pode ser generalizado, uma vez que a tolerância à salinidade é variável entre fases de desenvolvimento da cultura (MAAS, 1990).

Por tais razões, a sensibilidade ou tolerância ao estresse salino deve ser avaliada em diferentes estágios de desenvolvimento das plantas (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990). Entretanto, têm sido pouco estudados os valores de tolerância do algodoeiro à salinidade, em cada fase de desenvolvimento e como se dá a recuperação das plantas, em seu crescimento e em sua produção, após cessada a exposição ao estresse salino.

Nesse sentido, são de grande relevância estudos visando à recuperação do algodoeiro após um período de estresse salino em cada estágio de desenvolvimento, estendendo-se desde a germinação até a produção. A maioria dos estudos sobre o crescimento das plantas, em condições de salinidade, tem destacado os efeitos nocivos do estresse salino às plantas durante todo o ciclo. Deve ser considerado serem as plantas capazes de se recuperar após o período de estresse, dependendo do tempo de duração do fator estressante e da fase de desenvolvimento em que as plantas são cultivadas sobre condições de salinidade (MUNNS, 2002).

Informações quanto aos efeitos da salinidade nas plantas, em cada fase de crescimento da cultura, são importantes para a adoção de estratégias agronômicas adequadas para a produção agrícola em solos salinos e uso de água salina na irrigação (SUBBARAO e JOHANSEN, 1999), visando ao desenvolvimento satisfatório de culturas tolerantes à salinidade (AHMAD et al., 2002). Deve ser uma busca permanente a identificação de genótipos com diversidade de respostas ao estresse salino, através do conhecimento das fases fenológicas sensíveis e tolerantes da cultura (KHAN et al., 1995).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar a tolerância de genótipos de algodoeiro durante os diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, em condições de baixa e alta salinidade e a recuperação após a exposição ao estresse salino.

2.2 Objetivos Específicos

- Selecionar o genótipo de algodão colorido mais tolerante ao estresse salino, nas distintas fases do ciclo fenológico das plantas;
- Desenvolver estratégias de manejo para uso de água salina na irrigação do algodoeiro;
- Definir a fase do ciclo em que o algodoeiro é mais tolerante ao estresse salino viabilizando a utilização de água com condutividade elétrica mais alta;
- Registrar as alterações morfológicas e fisiológicas ocasionadas às plantas pelo estresse salino.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Cultura do Algodoeiro

3.1.1. Aspectos botânicos e fisiológicos

O algodoeiro é uma planta de hábito de crescimento indeterminado apresentando pelo menos dois tipos de ramificação, dois tipos de folhas verdadeiras pecioladas, geralmente cordiformes, de consistência coriácea ou não, inteira ou recortada e pelo menos duas gemas situadas na base de cada folha; possui metabolismo fotossintético C3 (BELTRÃO e SOUZA, 2001).

As flores são hermafroditas, axilares, isoladas ou não, apresentando coloração creme; os frutos são denominados maçãs quando verdes e capulhos, quando se abrem, são capsulares de deiscência longitudinal, possuindo três a cinco lóculos, podendo possuir entre seis e dez sementes. As sementes são revestidas de pelos longos, denominados fibra ou línter (SEAGRI, 2012). Esta fibra é utilizada em mais de quatrocentas aplicações industriais, desde a confecção de fios para tecelagem de tecidos até a obtenção de celulose (CORRÊA, 1989).

Conforme Beltrão et al. (2008), o algodoeiro é uma planta de grande complexidade morfológica, produtora de fibra média possuindo particularidades importantes usadas, inclusive, na identificação da espécie dentro do gênero *Gossypium* e da família *Malvaceae*. Atualmente se dispõe de várias cultivares adaptadas aos diversos ecossistemas brasileiros, com ênfase para as cultivares ‘BRS Topázio’ (VIDAL NETO et al., 2010), ‘BRS Safira’ e ‘BRS Rubi’ com potencial para produção nas condições edafoclimáticas do semiárido nordestino (CARVALHO et al., 2007; CARVALHO et al., 2009).

Por se tratar de uma oleaginosa possuidora de mecanismo fisiológico complexo em virtude de ser bastante resistente à seca, notadamente pelo eficiente mecanismo de ajustamento osmótico, porém é muito sensível à anoxia e hipoxia, o que implica em reduções no crescimento e nas suas principais funções metabólicas, tais como a fotossíntese e a respiração, além de vários sistemas enzimáticos (BELTRÃO, 2007).

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).

3.1.2. Aspectos econômicos

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) denominado algodão anual ou herbáceo, é uma das quatro espécies cultivadas mundialmente pelo fato de sua fibra ser a mais importante dentre as fibras têxteis; além de ser uma cultura absorvedora de mão-de-obra (Beltrão, 1996). No Brasil, a área plantada na safra 2012/13 chegou à marca de 1.393 hectares, com produção de 1.877 toneladas de algodão em pluma (CONAB, 2013). Na cadeia produtiva do algodoeiro são geradas rendas superiores a US\$25 bilhões de dólares anualmente, representando cerca de 4% do PIB nacional e mais de 13,5% do PIB industrial (FREIRE, 2011).

No Brasil, de acordo com Dutra e Medeiros Filho (2009) as áreas de maior expressão cultivadas com algodão estão situadas nos Estados da Bahia, Mato Grosso e Goiás. Na região Nordeste, em especial no Rio Grande do Norte, na Paraíba, em Pernambuco, no Ceará, no Piauí e na Bahia, pode-se produzir um dos melhores algodões do mundo, visto que o clima seco, quente e a alta luminosidade, favorecem a produção de tipos melhores de fibra, mais procurados no mercado global do algodão (BELTRÃO et al., 2008).

A planta do algodão produz a fibra têxtil mais importante do mundo, sendo que 47% dos têxteis do mundo contêm algodão. Ela representa cerca de 40% de todas as fibras produzidas no mundo (OZYIGIT, 2009). Além da fibra, possui semente rica em óleo (18 a 25%) que, depois de refinado, é utilizado na alimentação humana e na fabricação de margarina e sabão. A torta, subproduto da extração do óleo, é utilizada na alimentação animal devido ao seu alto valor proteico; além disto, seu tegumento pode ser usado para fabricar certos tipos de plásticos e de borracha sintética (RICHETTI e MELO FILHO, 2001).

É notória, atualmente, uma crescente preocupação com o meio ambiente levando as indústrias a buscarem cada vez mais tecnologias de produção ecologicamente corretas. Esta tendência tem influenciado também a indústria têxtil, que está atenta à crescente consciência crítica dos consumidores, face aos assuntos relacionados a questões ambientais. Despertando, desta maneira, o interesse por fibras naturalmente coloridas em trabalhos artesanais de fins sociais e mesmo para alguns mercados restritos e especializados em produtos naturais, além do interesse de outros países como, por exemplo, o Japão, em adquirir esse tipo de fibra (FREIRE, 1999).

3.2. Qualidade da água de irrigação

As fontes hídricas no mundo são abundantes; entretanto, mal distribuídas na superfície terrestre. Em alguns locais a demanda é tão elevada em relação à oferta que a disponibilidade de água superficial está sendo reduzida e os recursos subterrâneos estão esgotando rapidamente (SETTI et al., 2002). Esta demanda é a causa de conflitos que hoje ocorrem em grande parte das bacias hidrográficas, principalmente naquelas com desenvolvimento agrícola e no uso urbano significativo (HESPANHOL, 2003).

Toda e qualquer água contém sais em quantidades e qualidades diferentes (KOVDA et al., 1973). Até a água proveniente das chuvas possui sais, apesar de ser em quantidade insignificante. Para Kamphorst e Bolt (1976), quando se aplica água em uma cultura, mesmo de boa qualidade, são incorporadas quantidades apreciáveis de sais ao solo; portanto, deve ser uma preocupação constante a prevenção da salinização em áreas irrigadas. Pizarro (1985) destacou que o manejo inadequado da água de irrigação, mesmo de excelente qualidade, poderá causar a salinização do solo.

A utilização das águas salinas para irrigação depende, no entanto, das condições de uso, incluindo-se culturas, clima, solos, métodos de irrigação e práticas de manejo, o que torna as classificações de água, quanto à qualidade, não aconselhada para avaliar a adequabilidade da água para irrigação, por variar conforme o manejo (RHOADES et al., 2000). Segundo Medeiros e Gheyi (1994), normalmente a salinidade em áreas irrigadas é consequência do uso de água de qualidade inadequada associado ao manejo do sistema solo-água-planta pois independente da fonte e a água utilizada na irrigação sempre contém sais, embora a quantidade e a qualidade de sais presentes nela possam variar bastante.

A possibilidade do uso de águas salinas na irrigação pode ser considerada uma alternativa viável e importante. Rhoades et al. (1992) comentam existir muitas evidências a ilustrar a grande disponibilidade de águas salinas, além de várias experiências em todo o mundo de seu uso em irrigação, sob diferentes condições. Tais experiências demonstram que com maior concentração de sais costumemente classificadas inadequadas para irrigação, podem, de fato, ser usadas eficientemente na produção de determinadas culturas em certas condições.

Segundo Biggar et al. (1984), o problema da salinidade em áreas irrigadas torna-se agravado quando o balanço de sais revela uma entrada maior que a saída, indicando acréscimo de concentração salina na área considerada. Nessas condições, a água de irrigação, além de contribuir para o acréscimo da concentração salina, também pode provocar a ascensão do

lençol freático que, através de ascensão capilar, passa a fornecer água e sais à zona radicular. Como as plantas absorvem quantidades pouco significativas de sais e a evapotranspiração remove apenas a água, deverá ocorrer um aumento da concentração salina do solo.

Sendo imprescindível a avaliação da qualidade da água como medida preventiva dos processos de salinização gradativos, pelo acúmulo de sais oriundos de irrigações sucessivas. Além das características físico-químicas da água, outros fatores devem ser considerados e analisados em conjunto, quando de sua avaliação e recomendação de uso para irrigação (AYERS e WESTCOT, 1999). Para se determinar a viabilidade do uso da água na irrigação, deve-se levar em consideração: sua concentração de sais e composição química, tolerância das culturas aos sais, propriedades físicas e químicas do solo, práticas de manejo do solo, água e cultura; condições climáticas; método de irrigação e condições de drenagem (CONTRERAS e ELIZONDO, 1980).

Medeiros (1996a) e Ayers e Westcot (1999), enfatizaram que qualidade da água de irrigação diz respeito à massa e ao tipo de sais nela dissolvidos destacando-se, na maioria das vezes os sais de sódio, cálcio, magnésio e potássio, na forma de cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos, em diferentes proporções, dependendo da fonte de água, de sua localização geográfica, época e outros. De acordo com Richards (1954) e Daker (1984), os sais de maiores proporções encontrados nos solos salinos são compostos de cálcio, sódio e magnésio na forma de cloretos e sulfatos, encontrando-se, com menor frequência, compostos de potássio, carbonato e bicarbonato.

Dentre os parâmetros utilizados para avaliação da qualidade da água de irrigação a condutividade elétrica da água é o mais utilizado, o qual corresponde à medida da capacidade dos íons presentes na água em conduzir eletricidade e cresce proporcionalmente como aumento da concentração dos sais (RIBEIRO et al., 2005). Entretanto, quatro aspectos importantes devem ser considerados: salinidade, sodicidade, toxicidade de íons e teores de bicarbonato. Essas variáveis são fundamentais na determinação da qualidade agrônômica da água (BARROSO et al., 2011). Para que a interpretação da qualidade da água para irrigação seja feita de maneira correta, os parâmetros analisados devem estar relacionados com seus efeitos no solo, nas culturas e no manejo da irrigação, os quais serão necessários para controlar ou compensar os problemas relacionados com a qualidade da água (BERNARDO et al., 2006).

3.3. Efeitos dos sais nas plantas

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais limitam a produção agrícola em várias regiões do globo terrestre, em razão de seus efeitos no crescimento e no desenvolvimento vegetal, os quais podem ser de natureza iônica, osmótica ou ambas (HASEGAWA et al., 2000). De modo geral, os maiores problemas de salinidade no mundo estão nas regiões áridas e semiáridas. No Nordeste brasileiro, devido à sua grande instabilidade climática e ocorrência de longos períodos secos, ocorrem áreas com acúmulo de sais no solo o que os torna, ao decorrer dos anos, inviáveis para a maioria das espécies agrícolas (GHEYI, 2000).

Os efeitos da salinidade sobre o crescimento e o desenvolvimento das culturas são consequência de várias respostas fisiológicas da planta cujo efeito inicial, especialmente em baixa a moderada concentração, é devido aos efeitos osmóticos (MUNNS e TERMAAT, 1986). Para concentrações elevadas alguns sintomas específicos de danos às plantas se caracterizam como necroses e queimaduras nas bordas das folhas, causadas pelos Na^+ e Cl^- (WAHOME et al., 2001).

O excesso de sais solúveis na solução do solo prejudica o desenvolvimento das plantas devido à diminuição do potencial osmótico na rizosfera que, juntamente com o potencial mátrico, representa resistências as raízes das plantas para absorver água do solo (MEDEIROS, 1996a). Como consequência imediata desse déficit hídrico induzido pela salinidade, o crescimento das plantas torna-se mais lento; em adição, os sais também podem ser absorvidos no fluxo transpiratório e atingir níveis tóxicos dentro das plantas, normalmente provocada pelos íons cloreto, sódio e boro (AYERS e WESTCOT, 1999).

Os danos devido à toxicidade podem reduzir significativamente o rendimento das culturas, cuja magnitude depende do tempo, da concentração de íons, da tolerância das plantas e do uso da água pelas culturas. Frequentemente os problemas de toxicidade acompanham ou potencializam os de salinidade ou de permeabilidade, podendo surgir mesmo em baixa salinidade. Os sintomas de toxicidade podem aparecer em qualquer cultura, desde que as concentrações de sais no interior da planta sejam suficientemente altas ou acima de seus níveis de tolerância (AYERS e WESTCOT, 1999).

Segundo Smedema e Rycroft (1988), a causa dos problemas de toxicidade, ao que se supõe, é devida a uma concentração elevada de um cátion ou ânion específico, ou a uma composição salina desfavorável na solução do solo, resultando numa excessiva ou

desbalanceada absorção pelas plantas. Conforme Ayers e Westcot (1999), os íons que mais frequentemente causam toxicidade são o cloreto, o sódio e o boro.

A interação dos sais com nutrientes minerais presentes no solo é outra consequência do estresse salino resultando em desbalanços e deficiências nutricionais na planta (ZHU, 2003). Outra interferência, remetendo-se ao aspecto nutricional, é verificada em faixas de pH geralmente altas, associadas a solos sódicos reduzindo a disponibilidade de elementos essenciais às plantas (BHUMBLA e ABROLL, 1978; GHEYI et al., 1991). Neste caso, a absorção do potássio, cálcio e magnésio é reduzida (RUSSEL e RUSSEL, 1973), como também dos elementos essenciais zinco, manganês e ferro, reduzindo o crescimento das plantas (BRADY e BUCKMAN, 1983).

Segundo Ayers e Westcot (1999) as espécies e cultivares de plantas se comportam diferentemente à salinidade; cada espécie apresenta determinado nível de tolerância a partir do qual o rendimento começa a decrescer. De maneira geral, a salinidade afeta as plantas em todos os seus estádios, sendo que em algumas culturas mais sensíveis isto pode variar dos primeiros estádios para os últimos (MAAS e HOFFMAN, 1977).

3.4. Tolerância das culturas à salinidade

As culturas não respondem de maneira semelhante à salinidade, ou seja, algumas conseguem produzir rendimentos economicamente viáveis, em níveis elevados de salinidade do solo enquanto outras podem até não conseguir desenvolver-se. Conforme Ayers e Westcot (1999) a tolerância de plantas à salinidade é a capacidade de se desenvolverem e completa seu ciclo de vida sobre um substrato que contém elevada concentração de sais solúveis (GREENWAY e MUNNS, 1980). Além disso, as plantas tolerantes à salinidade devem ser capazes de ajustar o potencial osmótico das células, o que envolve tanto a absorção e a compartimentalização de íons, como a síntese de solutos orgânicos (FLOWERS, 2004).

Segundo Richards (1954) a tolerância à salinidade pode ser analisada de acordo com os seguintes critérios: capacidade da cultura em sobreviver em solos salinos, rendimento da cultura em solos salinos, comparado ao de um solo não salino, sendo este último critério o melhor para estudos comparativos. A tolerância de cada espécie aos sais da solução do solo aumenta com a capacidade de adaptação a sucção interna de solutos e diminui com sua resistência a esta adaptação (BLACK, 1975).

As plantas que podem tolerar elevadas concentrações salinas na rizosfera sem afetar seu crescimento, são denominadas halófitas (FLOWERS et al., 1977). Algumas halófitas

apresentam mecanismos de exclusão de Na^+ a Cl^- que envolvem glândulas secretoras e pelos vesiculares. Enquanto que plantas que não conseguem desenvolver-se sobre o substrato com elevado conteúdo de sais solúveis, são as glicófitas (CHEESEMAN, 1988). As glicófitas apresentam redução no crescimento, quanto à salinidade supera 1 dS m^{-1} , enquanto as halófitas crescem em ambientes nos quais a concentração salina varia de 5 a 50 dS m^{-1} (ORCUTT e NILSEN, 2000).

O conhecimento do nível de tolerância à salinidade de diferentes espécies e cultivares é imprescindível. Esta variável pode auxiliar no cultivo daquelas que propiciarão as maiores produções com menor consumo de água para lixiviação; assim, pode ser possível viabilizar a utilização de água de salinidade moderada para irrigação sobretudo em condições de semiárido em que grande parte da água disponível contém teores relativamente altos de sais solúveis (VIANA, 2000). É importante salientar que os dados de tolerância aos sais não podem fornecer, com precisão, as perdas de produtividade quantitativas em função da condutividade elétrica, para todas as situações uma vez que a resposta das plantas à salinidade varia com outros fatores, como condições climáticas e de solo, manejo agrônomico e de irrigação, genótipo, fase de crescimento e outros (RHOADES et al., 1992).

3.5. Salinidade em plantas de algodoeiro

Richards (1980) e Maas e Hoffman (1977) classificaram a cultura do algodoeiro como tolerante aos sais. Entretanto, Diniz (1979) verificou que, em condições salinas, cultivares de algodoeiro herbáceo se comportaram de maneira diferenciada, tanto na fase de germinação como de plântula. Ribeiro (1982) afirma que a salinidade do solo pode reduzir o crescimento do algodoeiro e, a taxa fotossintética da cultura, em virtude do fechamento dos estômatos e ocasionar modificações na estrutura dos frutos e que a magnitude do efeito varia com o tipo de cultivar utilizado mostrando, assim, que a cultura do algodoeiro apresenta diferença intravarietal com relação à salinidade.

Medeiros (1996b) observou trabalhando com algodoeiro, decréscimo, tanto na altura de planta quanto na área foliar, à medida que aumentou os níveis de sais na água de irrigação. Acrescenta, ainda, que este aumento provocou decréscimo no conteúdo de água na planta, que variou com o estágio de crescimento da 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 (JÁCOME et al., 2003; SIQUEIRA, 2003). Utilizando duas cultivares de algodoeiro, Nunes Filho (1993) constatou, ao estudar o

efeito da salinidade da água de irrigação variando de 0,7 até 12,0 dS m⁻¹, que ocorre redução no crescimento da cultura, em termos de altura de planta, com o aumento da concentração salina na solução do solo. Longenecker (1974) relatou influência do sódio sobre as propriedades da fibra em duas cultivares de algodoeiro (Acala 15171 e Pima S-2), observando que o sódio reduziu o número de frutos, o peso de sementes, o comprimento de fibra, a resistência e a finura.

Estudando a cultura do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, Siqueira et al. (2005) relatam que o estresse salino interferiu linearmente na altura de planta e no diâmetro do caule, reduzindo em 5,92% e 1,65%, respectivamente, para cada aumento unitário da CEa. Cavalcante et al. (2005), avaliando os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento e rendimento do algodoeiro herbáceo, relatam que a salinidade da água de irrigação superior a 4,2 dS m⁻¹ inibe o crescimento e, quando superior a 3,1dS m⁻¹ compromete o rendimento em caroço do algodoeiro colorido.

Jácome (1999) observou, avaliando o efeito do nível de salinidade do solo sobre o número de capulhos produzidos por cultivares de algodoeiro (CNPA Precoce 1, CNPA Precoce 2, CNPA7H, CNPA Al.93/15, Embrapa 113-Al.7MH e Embrapa 112-Al.6M), redução no número de capulhos, em todas as cultivares, com aumento no teor de sais solúveis no solo e, analisando o peso dos capulhos, verificou ser variável o efeito da salinidade entre os genótipos estudados. Para Ashraf e Ahmad (2000), o incremento nos teores de sais influencia negativamente o número de capulhos por planta e o peso médio do capulho.

Cavalcante et al. (2001), trabalhando com a variedade BRS 200 e Lima (2007), estudando o comportamento das variedades BRS Rubi e BRS Safira, constataram decréscimo do índice de velocidade de germinação, com o aumento da concentração salina.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização

O experimento foi desenvolvido no período de outubro de 2012 a fevereiro de 2013, em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais-CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 07°15'18'' Sul, 35°52'28'' Oeste e altitude média de 550 m (Figura 1). O clima da região é do tipo Csa, que representa 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).



Figura 1. Vista geral do experimento em casa de vegetação aos 16 (A) e 110 (B) dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

4.2. Fatores estudados e delineamento estatístico

4.2.1. Estratégias de manejo da salinidade

As estratégias de manejo da irrigação dos níveis de salinidade foram aplicadas nos seguintes estádios de desenvolvimento: vegetativo (A): compreendendo o estresse iniciado com o surgimento da primeira folha definitiva e com término com a abertura da 1ª flor; floração (B): aplicando-se a salinidade e se iniciando com a abertura da 1ª flor, estendendo-se até a abertura da 1ª maçã e formação da produção (C): compreendendo a abertura da 1ª maçã até a formação da produção; ressalta-se que o início desta fase se dará ao término da anterior.

Usaram-se sete estratégias de manejo da salinidade: 1-A1B1C1 – 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-A2B1C1 – plantas sob estresse salino na fase vegetativa

(irrigação com água de CEa = 9 dS m⁻¹ a partir dos 16 dias após a semeadura (DAS) até o florescimento); 3-A1B2C1 – plantas submetidas a estresse salino na floração (irrigação com água salinizada a partir dos 37 DAS até o início da formação da produção); 4-A1B1C2 – irrigação com água de alta condutividade elétrica a partir dos 59 DAS até o final do ciclo; 5-A2B1C2 – plantas irrigadas com águas salinizadas (9 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 dS m⁻¹); 6-A2B2C1 – irrigação com água salinizada sucessivamente nas fases vegetativa e de floração; 7-A1B2C2 – plantas sob estresse salino nas fases de floração e formação da produção (Quadro 1).

Quadro 1. Estratégias de manejo da salinidade em diferentes estádios fenológicos do algodoeiro estudados em casa de vegetação. Campina Grande, 2014

Estratégias de Manejo	Vegetativa	Floração	Produção
1	A1	B1	C1
2	A2	B1	C1
3	A1	B2	C1
4	A1	B1	C2
5	A2	B1	C2
6	A2	B2	C1
7	A1	B2	C2

A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade

4.2.2. Descrição dos Genótipos

a) *BRS Rubi*

A cultivar BRS Rubi é uma cultivar de algodoeiro herbáceo possível de ser explorada na região Nordeste, nos locais zoneados para este tipo de algodão. Ela é o resultado do cruzamento de material introduzido de fibra marrom-escura com a ‘CNPA 7H’. Sua fibra possui cor marrom-escuro ou marrom-avermelhado; possui altura média de plantas de 1,10 m e o ciclo de cultivo de 120 a 140 dias. Comparativamente à CNPA 7H, a BRS Rubi possui características de fibra um pouco inferiores; contudo, com rendimento de 1.539 kg/ha e 1.894 kg/ha, respectivamente, em regime de sequeiro, na região Nordeste, chegando a produzir mais de 3.500 kg/ha em alguns ambientes. A BRS Rubi poderá ser plantada em outras regiões, além do Nordeste porém se deve escolher, para o plantio, áreas livres de doenças pois a cultivar é suscetível à maioria delas (EMBRAPA, 2011).

b) *BRS Topázio*

A cultivar BRS Topázio é uma cultivar de algodoeiro herbáceo, de fibra marrom-claro, derivada do cruzamento entre as cultivares Suregrow 31 e Delta Opal. A BRS Topázio se destaca por possuir alta porcentagem de fibra (43,5%), alta uniformidade (85,2%) e alta

resistência (31,9 gf/tex), conferindo excelentes características, comparável às cultivares de fibras brancas e superior às demais cultivares de fibras coloridas. A produtividade média alcançada pela BRS Topázio foi em cultivo irrigado de 2.825 kg/ha (EMBRAPA, 2011).

c) BRS Safira

A BRS Safira é uma cultivar de algodoeiro herbáceo que pode ser explorada na região Nordeste, nos locais zoneados para este tipo de algodão. Ela é o resultado do cruzamento de material introduzido de fibra marrom-escuro e a CNPA Precoce 3. Sua fibra possui cor marrom-escuro ou marrom-avermelhado, porém em tonalidade mais clara que a fibra da BRS Rubi. Apresenta altura média de plantas de 1,30 m e o ciclo de cultivo entre 120 e 140 dias. Em regime de sequeiro pode produzir, na região Nordeste, até 3.000 kg/ha (EMBRAPA, 2011).

4.2.3. Tratamentos e delineamento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), montado em esquema fatorial 3 x 7, sendo três genótipos de algodoeiro (G1 – BRS Rubi; G2 – BRS Topázio; G3 – BRS Safira) e sete estratégias de manejo (Quadro 1), referentes à aplicação de águas salinizadas durante as fases de desenvolvimento da cultura. Combinados, os fatores resultaram em 21 tratamentos com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 189 plantas.

4.2.4. Unidade experimental

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (vasos) com aproximadamente 20 L de capacidade os quais receberam uma camada de 3 cm de brita e uma manta geotêxtil cobrindo a superfície da base do recipiente, para evitar a obstrução pelo material de solo. Em cada vaso foi adaptada uma mangueira transparente de 4 mm de diâmetro conectada à sua base, de modo a facilitar a drenagem em três unidades experimentais de cada tratamento, acopladas a coletores de capacidade volumétrica de 2,0 L, para recepção da água drenada.

Após essa etapa, foram acondicionados 24,5 kg de um material de solo de classificação textural areia franca, previamente destorroado e peneirado. Para determinação dos atributos físico-hídricos e químicos em laboratório, foram retiradas amostras do solo antes (Quadro 2) e depois do cultivo para cada tratamento estudado (Apêndice 1). 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⁻¹ 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). Também foram adicionados 500 g de matéria orgânica (húmus de minhoca), a fim de melhorar a estrutura do solo e a retenção de água. As unidades experimentais foram dispostas em fileiras simples espaçadas 1 m entre fileiras e 0,6 m entre plantas, dentro da fileira.

Quadro 2. Características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento. Campina Grande, 2014

Densidade (kg dm ⁻³)	Porosidade Total (%)	Umidade (%)		Água disponível (%)	Complexo Sortivo					
		0,33 atm	15,0 atm		Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	pH _{ps}	CE _{es} (dS m ⁻¹)
1,67	38,59				----- (cmol _c kg ⁻¹) -----					
									5,24	

Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹; P – extrator de Mehlich1; pH_{ps} – pH da pasta de saturação e CE_{es} – condutividade elétrica do extrato de saturação.

4.3. Semeadura

Com a umidade do solo elevada a nível correspondente ao da capacidade de campo (CC) em todas as unidades experimentais com água de baixa salinidade (0,8 dS m⁻¹), realizou-se a semeadura colocando-se 5 sementes por lisímetro a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante as quais foram tratadas com fungicida como medida profilática contra a incidência de patógenos. A emergência das plântulas teve início no terceiro dia após a semeadura (DAS), estendendo-se até o décimo segundo dia; aos 16 DAS, realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se apenas três plantas por vaso, as de melhor vigor; aos 30 DAS, realizou-se outro desbaste, mantendo-se as plantas mais vigorosas e se eliminando as demais.

4.4. Preparo da água salinizada

A solução foi preparada de modo a se ter uma proporção equivalente a 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, relação esta predominante aos íons em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992; AUDRY e SUASSUNA, 1995). Os sais utilizados tinham pureza de 99% para NaCl, 99% a 105% para CaCl₂.2H₂O e de 99% a 102% de MgCl₂.6H₂O.

No preparo da água de irrigação, usou-se a relação entre CE_a e concentração de sais (10*meq L⁻¹ = 1 dS m⁻¹ de CE_a), extraída de Rhoades et al. (1992), cujas águas foram preparadas a partir do sistema de abastecimento público da cidade. Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 80 L (individuais por nível de CE_a),

devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

Para o preparo da água na devida condutividade elétrica (9 dS m⁻¹), os sais foram pesados e adicionados às águas, até ser atingido o nível desejado de CE, conferindo-se os valores com um condutivímetro portátil, com condutividade ajustada a temperatura de 25 °C.

4.5. Manejo de irrigação

Após a semeadura, a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada recipiente a quantidade aplicada de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico; mensurado pelo método dos lisímetros de drenagem, ou seja, aplicando-se um volume de água conhecido nestas plantas (Va) no dia anterior à irrigação, na manhã do dia seguinte era observado o volume de água drenado (Vd) e, a partir da diferença, obteve-se o consumo dessas plantas (Vc) como na equação 1; A cada 15 dias um volume de água adicional foi 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.

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

4.6. Tratos culturais e fitossanitários

O controle de pragas e doenças foi realizado por intervenção química, tal como aos aplicações preventivas de defensivos comerciais, como inseticidas do grupo químico Neonicotinoide (pó solúvel) e fungicida do grupo químico Dicarboximida (pó solúvel) conforme a necessidade. A aplicação foi realizada utilizando-se de pulverizador manual de compressão prévia, com tanque em polietileno de alta massa molar, com capacidade volumétrica de 5 L; já para o controle de plantas invasoras nos lisímetros, realizou-se a capina manual durante o período de condução do experimento com o objetivo de neutralizar a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento pleno da cultura.

4.7. Variáveis analisadas

4.7.1. Variáveis de crescimento

Foram mensurados, aos 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 DAS, o número de folhas, o diâmetro de caule e a altura de planta.

Na contagem das folhas foram consideradas aquelas com comprimento superior a 3 cm; a área foliar foi medida aos 23, 30, 37 e 59 DAS, a contar da emergência das plântulas, a partir da equação 2 proposta por Grimes e Carter (1969).

$$y = 0,4322 x^{2,3002} \dots\dots\dots \text{Eq.2}$$

Em que: y é área foliar por folha e x o comprimento da nervura principal da folha do algodoeiro sendo a área foliar por planta determinada pelo somatório da área foliar de cada folha.

O diâmetro de caule foi medido a 2 cm do solo com uso de paquímetro digital com leituras em ‘mm’; 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.

4.7.2. Parâmetros fisiológicos

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 16, 37, 59 e 113 DAS, a partir da mensuração da 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 assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$). De posse desses dados foram estimadas a eficiência instantânea no uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] (KONRAD et al., 2005; MAGALHÃES FILHO et al., 2008). Tais medidas foram realizadas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK. O procedimento para as aferições das respectivas variáveis foi realizado adotando-se, como critério, a terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical.

4.7.3. Produção de fitomassa

Para que não houvesse perda de dados, devido, principalmente, à senescência e à abscisão de folhas, eram coletadas diariamente, em cada planta, as folhas que caíam as quais eram colocadas em sacos de papel enumerados de acordo com o tratamento. Realizou-se, por

ocasião da coleta das plantas, a separação das plantas em folhas e caules, os quais foram acondicionados em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar, mantida a 65 °C, até peso constante; posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão de 0,0001 g, obtendo-se a fitomassa das folhas (FSF) e o caule (FSC), cujo somatório da fitomassa das folhas e caules resultou na fitomassa da parte aérea (FSPA).

4.7.4. Componentes de produção

Foram quantificados os componentes de produção: número de dias para antese (NDANT), obtido pelo acompanhamento periódico e sistemático das flores emitidas diariamente, anotando-se a data da abertura do botão floral; com essas datas calculou-se o intervalo de tempo (dias) entre a sementeira e a abertura do primeiro botão floral; massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma, analisados de acordo com a metodologia da Embrapa Algodão. Os capulhos foram colhidos separadamente em cada planta, à medida em que ocorria a deiscência dos frutos (Figura 2).



Figura 2. Experimento ao final da fase de produção, aos 113 dias após a sementeira. Campina Grande, PB, 2014

4.8. 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, e teste de Tukey ($p < 0,05$) para os genótipos de algodoeiro (FERREIRA, 2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Variáveis de crescimento

- **Número de folhas**

De acordo com os dados da análise de variância, contidos na Tabela 1 abrangendo as avaliações nos períodos de 16 a 113 DAS, constatou-se diferença do número de folhas, conforme as estratégias de manejo do uso da água salina ($p \leq 0,01$) durante o ciclo da cultura compreendido entre 23 e 113 DAS. É importante notar que o início da aplicação das águas salinizadas se deu aos 16 DAS, sabendo-se, inicialmente que o solo, não era salino nem sódico; assim, a diferença entre as estratégias de manejo de água salina só poderia ser observada nas demais épocas de avaliação. Analisando o número de folhas em função dos genótipos de algodão colorido, observou-se diferença significativa aos 16, 23, 37 e 113 DAS e se evidenciou, ainda, efeito para interação (Estratégias de Manejo x Genótipos) aos 30 dias após a semeadura ($p \leq 0,01$), uma evidência da diferença entre genótipos dentro de cada estratégia de manejo. Jácome et al. (2003), estudando genótipos de algodão sob estresse salino, também constataram efeito da interação para o número de folhas, assim como observado neste trabalho; desta forma, pode-se atribuir divergências para o número de folhas à constituição genética de cada cultivar em condições de salinidade.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para o número de folhas (NF) aos 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios							
		NF 16 DAS	NF 23 DAS	NF 30 DAS	NF 37 DAS	NF 44 DAS	NF 59 DAS	NF 93 DAS	NF 113 DAS
Estratégias de Manejo (EM)	6	0,016 ^{ns}	0,355 ^{**}	42,927 ^{**}	300,492 ^{**}	590,868 ^{**}	1428,985 ^{**}	1101,855 ^{**}	609,069 ^{**}
Genótipos (G)	2	0,110 ^{**}	0,556 ^{**}	3,135 ^{ns}	22,826 [*]	10,651 ^{ns}	35,719 ^{ns}	41,614 ^{ns}	210,418 [*]
EM x G	12	0,009 ^{ns}	0,134 ^{ns}	3,858 ^{**}	1,862 ^{ns}	9,829 ^{ns}	20,248 ^{ns}	24,602 ^{ns}	44,279 ^{ns}
Bloco	2	0,079 ^{**}	1,573 ^{**}	33,336 ^{**}	50,922 ^{**}	4,310 ^{ns}	18,120 ^{ns}	39,870 ^{ns}	225,453 [*]
Erro	40	0,014	0,085	1,471	5,553	7,768	14,936	21,344	51,198
CV (%)		6,44	6,63	12,03	12,54	10,97	10,12	10,32	15,61
Média Geral		1,877	4,415	10,084	18,788	25,404	38,182	44,775	45,833

^{ns, **, *}: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura

Conforme resultados do teste de comportamento de médias referentes às estratégias de manejo de aplicação de água salinas para a variável número de folhas (Tabela 2) constata-se,

aos 23 e 37 DAS, o tratamento T1 (A1B1C1), foi estatisticamente superior aos tratamentos T2 (A2B1C1), T5 (A2B1C2) e T6 (A2B2C1) porém não diferiu dos tratamentos T3 (A1B2C1), T4 (A1B1C2) e T7 (A1B2C2) podendo indicar maior sensibilidade do algodoeiro nas fases iniciais de desenvolvimento. 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).

Aos 44 DAS as maiores médias de número de folhas do algodoeiro foram obtidas nas estratégias sem aplicação de água salinizada (T1) e com irrigação na fase de formação da produção (T4). Salienta-se que o maior número de folhas foi emitido nas plantas submetidas a estratégia T2 aos 59, 93 e 113 DAS constatando-se, entre 49 e 61 folhas por planta, enquanto que as menores foram apresentadas pelos tratamentos T6 e T7 (Tabela 2); assim, quando plantas de algodoeiro são irrigadas com águas de alta salinidade (9 dS m^{-1}), durante a fase vegetativa ocorre, inicialmente, senescência prematura de folhas e logo após o término da aplicação da salinidade nas fases de floração e formação da produção, as plantas tiveram como compensar o crescimento vegetativo através do desenvolvimento de novas folhas para a fotossíntese e consequentes crescimento e desenvolvimento.

Khan et al. (1985), também observaram, estudando o efeito da irrigação com água salina (15 dS m^{-1}) em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, que o algodoeiro é bastante sensível à salinidade na germinação e no crescimento inicial da plântula, mas considerado tolerante nos demais estádios fenológicos. Ressalta-se que reduções no crescimento das plantas também dependem do tempo de exposição a condições de salinidade (MUNNS, 2002).

Tabela 2. Teste de médias para o número de folhas (NF) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

Estratégias de Manejo	Médias de Número de Folhas					
	23 DAS	37 DAS	44 DAS	59 DAS	93 DAS	113 DAS
T1- A1B1C1	4,555 a	23,814 a	35,000 a	45,703 a	51,148 b	47,740 b
T2- A2B1C1	4,314 b	12,851 b	17,962 c	49,018 a	61,592 a	58,092 a
T3- A1B2C1	4,685 a	23,333 a	28,111 b	28,703 b	37,592 d	46,240 b
T4- A1B1C2	4,481 a	23,999 a	34,333 a	47,277 a	44,500 c	40,074 c
T5- A2B1C2	4,277 b	13,333 b	19,611 c	49,277 a	52,629 b	46,907 b
T6- A2B2C1	4,092 b	11,777 b	14,555 d	18,148 c	36,111 d	50,074 b
T7- A1B2C2	4,500 a	22,407 a	28,259 b	29,148 b	29,851 e	31,703 d

A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade

Independente das estratégias de manejo da salinidade estudadas, o número de folhas variou, significativamente entre os genótipos, aos 16, 23, 37 e 113 DAS (Figura 3). Para a

comparação das médias usou-se o teste de Tukey notando-se que o genótipo ‘BRS Safira’ se destacou em maior número de folhas, aos 16 e 23 DAS, com valor médio de 1,94 e 4,60 folhas por planta, respectivamente superior, portanto, em 7,2% em relação ao genótipo ‘BRS Rubi’; entretanto, o genótipo com maior média aos 37 e 113 DAS, foi o ‘BRS Rubi’, com 19,87 e 49,43 folhas por planta, respectivamente, embora esses valores não tenham diferido de forma significativa das 18,69 e 44,56 folhas por planta observadas no genótipo ‘BRS Safira’ aos 37 DAS e na ‘BRS Topázio’ aos 113 DAS, respectivamente. Da mesma forma alguns autores têm observado, variações genéticas na tolerância à salinidade entre genótipos de algodoeiro (KHAN et al., 2001; ASHRAF, 2002; HANIF et al., 2008). Diferenças de crescimento em número de folhas entre genótipos de algodoeiro em diferentes níveis de salinidade também foram relatadas por Jácome et al. (2003); Queiroz e Bull (2006); Pereira (2012). Destaca-se que reduções na emissão foliar e expansão foliar, sob condições de salinidade, podem limitar o processo de fotossíntese e o acúmulo de matéria seca (CURTIS e LAUCHLI, 1985; JAFRIA e AHMAD, 1994).

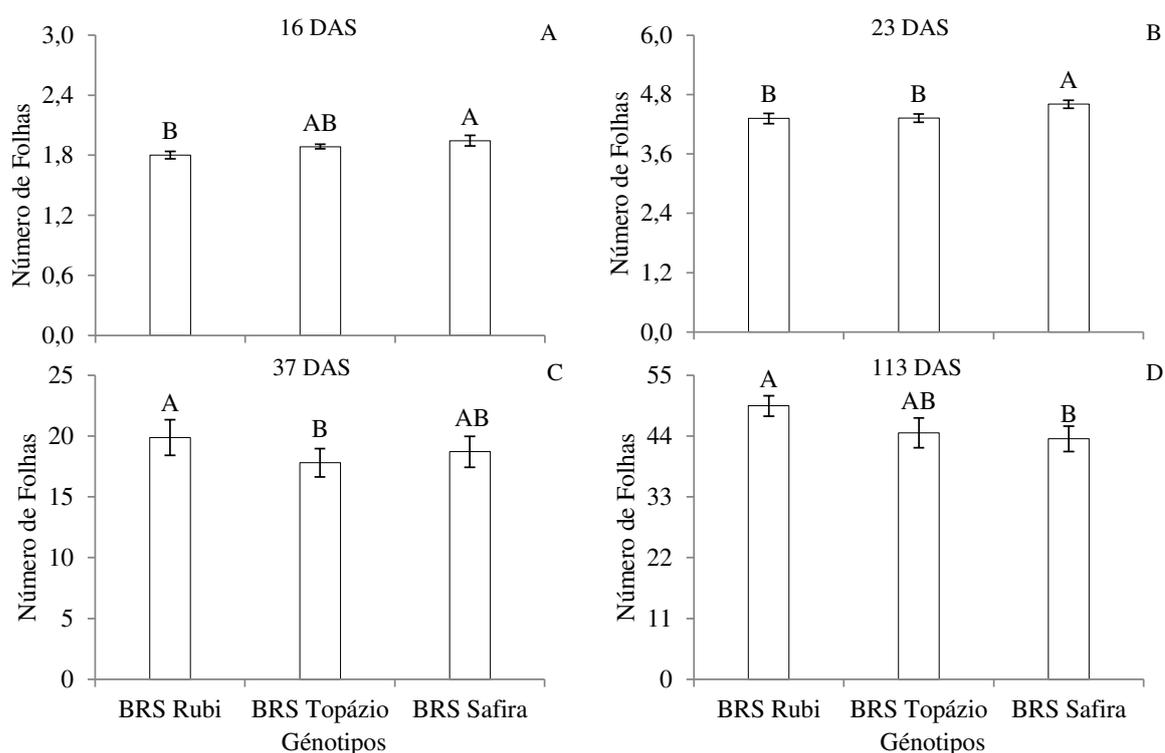


Figura 3. Teste de médias referente ao número de folhas (NF) entre os genótipos de algodoeiro. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$

Por desdobramento do efeito das estratégias de manejo da salinidade em cada genótipo de algodoeiro estudado aos 30 DAS (Tabela 3) observa-se que o número de folhas foi semelhante nos três genótipos dentro das estratégias de manejo da salinidade porém o estresse

na fase de formação da produção (A1B1C2) ocorreu diferenças na emissão de folhas entre os genótipos, com reduções no NF de 21,84% e 26,72% no genótipo ‘BRS Rubi’, quando comparado aos genótipos ‘BRS Safira’ e ‘BRS Topázio’, respectivamente.

No manejo em que a água salinizada foi aplicada durante a floração do algodoeiro (A1B2C1) a redução em relação ao tratamento sem salinidade (A1B1C1) foi o menos acentuado para a ‘BRS Rubi’, em torno de 2,11%. Destacam-se ainda, na Tabela 3, os genótipos ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’, no mesmo manejo (A1B2C1), e quando a salinidade foi aplicada sucessivamente na fase de floração e formação da produção (A1B2C2), com incrementos variando de (10,27% e 12,20%) e (22,79% e 12,20%), respectivamente. O efeito do estresse salino foi maior quando as plantas passaram por estresse nos manejos T2, T5 e T6, de 30,27%, 30,39% e 37,77% no número de folhas.

Pelo exposto, se constata que a recuperação das plantas foi mais lenta quando a salinidade foi aplicada na fase vegetativa, resultando em lenta recuperação, com emissão reduzida de novas folhas (Tabela 3). Corroborando com os resultados obtidos, Siqueira et al. (2005), estudando o comportamento das variáveis de crescimento do algodoeiro de fibra colorida, observaram que o número de folhas decresceu 40,74% quando as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica de 6,5 dS m⁻¹, portanto, com nível de salinidade inferior ao adotado no presente estudo.

Tabela 3. Médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para o número de folhas por planta (NF) do algodoeiro aos 30 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

Estratégias de Manejo	Genótipos		
	BRS Rubi	BRS Topázio	BRS Safira
T1- A1B1C1	13,222 aA	10,222 aB	11,888 aAB
T2- A2B1C1	7,611 cA	8,611 bA	8,000 bA
T3- A1B2C1	12,944 aA	11,277 aA	13,333 aA
T4- A1B1C2	9,166 bB	11,722 aA	12,500 aA
T5- A2B1C2	8,055 cA	8,388 bA	7,833 bA
T6- A2B2C1	7,222 cA	7,000 bA	7,555 bA
T7- A1B2C2	10,166 aA	12,555 aA	12,500 aA

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, p<0,05) e entre genótipos (Tukey, p<0,05), respectivamente; Estratégias de Manejos: A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade nas fases.

A evolução do número de folhas (NF), ao longo do ciclo dos genótipos de algodoeiro, está representada na Figura 4 por modelo sigmoide ou logístico, sendo o que melhor representou o crescimento das plantas durante o período de estudos (16 a 113 DAS); ficam evidentes, então, as mudanças na variável número de folhas, relativas à evolução durante o ciclo, em função das estratégias de manejo da salinidade. A redução no incremento

do número de folhas (NF) das plantas submetidas ao estresse salino na fase vegetativa da cultura (A2B1C1, A2B1C2 e A2B2C1) em relação às plantas submetidas ao manejo T1 (A1B1C1), fica bem evidenciada na Figura 4; nota-se, ainda, comportamento idêntico entre os demais tratamentos (A1B2C1) dos 37 aos 93 DAS e (A1B1C2) dos 93 aos 113 DAS, período em que as plantas eram irrigadas com água salinizada durante a floração e a formação da produção, que também começam a se distanciar da testemunha e das plantas que não receberam água salina nessas respectivas fases.

As plantas submetidas a estresse salino na fase inicial do desenvolvimento do algodoeiro (A2B1C1), dos 16 DAS até a abertura da 1ª flor (37 DAS) tiveram o crescimento inibido em número de folhas em relação às plantas sem aplicação de estresse ao longo do ciclo (Figura 4B); no final desta fase e com a abertura da 1ª maçã, as plantas estressadas emitiram 12,85 folhas enquanto as plantas do tratamento A1B1C1 possuíam, em média, 23,81 folhas no mesmo período, ou seja, redução de 46,03% no número de folhas das plantas sob estresse. Ao final do ciclo o número de folhas das plantas desse tratamento foi semelhante ao das plantas sem estresse demonstrando que, apesar do estresse na fase inicial da cultura, houve retomada na emissão foliar.

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.

Ao final da floração, foi registrado, nas plantas submetidas ao estresse salino, um número de folhas (26,87 folhas) inferior aos valores encontrados nas plantas sem estresse salino, ao longo do ciclo (43,81 folhas) e nas plantas cujo manejo foi A2B1C2 (36,06 folhas) (Figuras 4A, 4C e 4E); entretanto, tais valores superaram as que foram irrigadas com águas salinizadas nas fases de floração e formação da produção (A1B2C2), com decréscimo de 34,32% no NF (no período de 16 a 113 DAS) (Figura 4G). A queda na evolução no número de folhas nessa fase (A1B2C2) pode ter sido provocada pela incapacidade da planta em formar novas folhas em ritmo mais rápido que o da senescência (MUSCOLO et al., 2003), além de morte das folhas mais velhas por necrose de seus tecidos (OLIVEIRA et al., 2009).

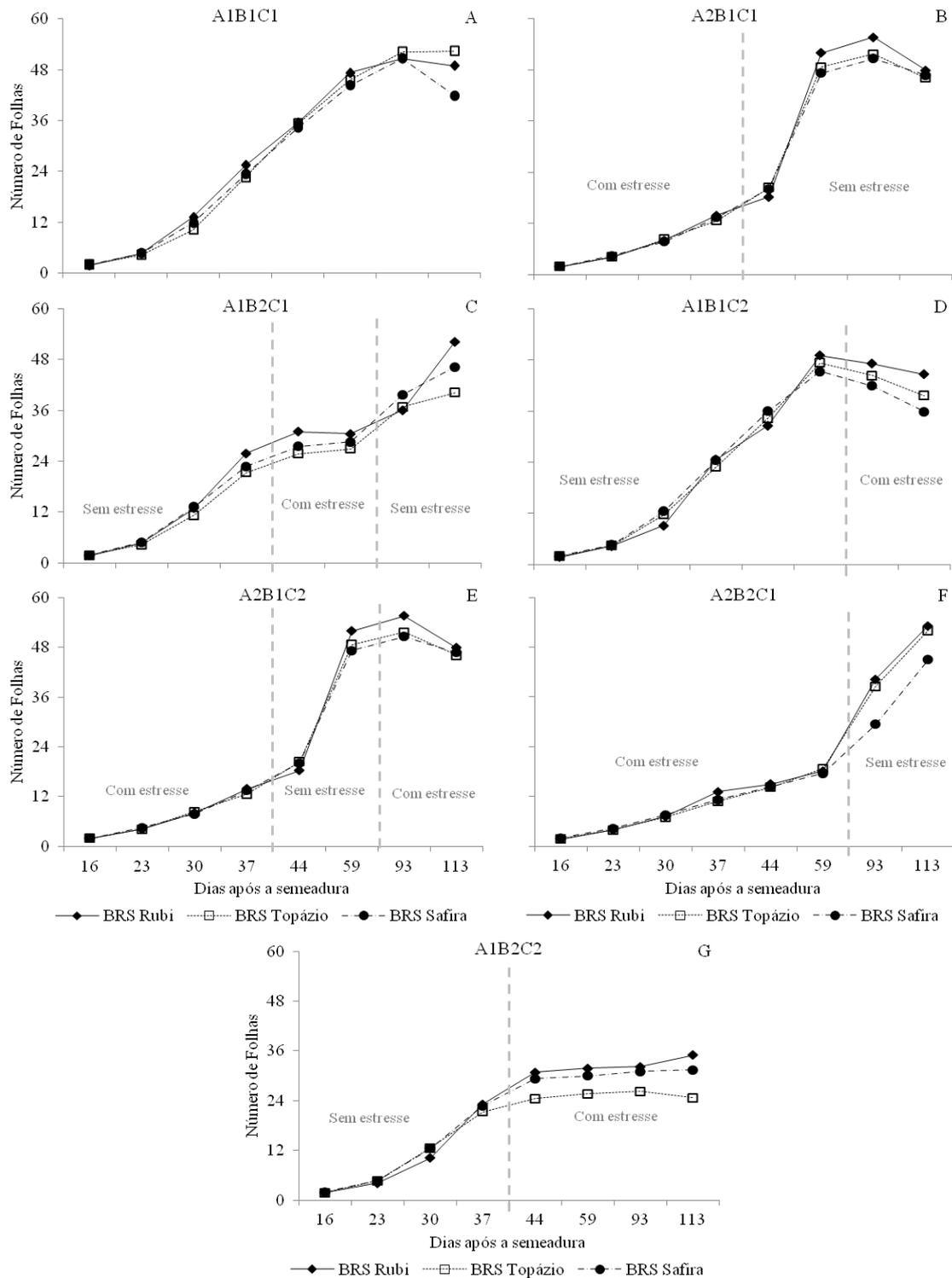


Figura 4. Número de folhas (NF) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014

Quando ocorreu estresse salino na fase de formação da produção (A1B1C2) constatou-se redução de 7,62 folhas por planta em comparação com as plantas irrigadas sem estresse salino (Figura 4D); este decréscimo foi menos expressivo, quando comparado com o das demais estratégias de manejos da salinidade devido possivelmente, ao fato das plantas se

encontrarem em pleno desenvolvimento vegetativo e, em contrapartida, menos sujeitas ao efeito osmótico da solução sobre o crescimento esta fase já que não houve exposição delas à salinidade nas fases anteriores.

Quando a estratégia de manejo cuja aplicação de água salinizada compreendeu apenas as fases vegetativa e floração (A2B2C1), registraram-se 48,24 folhas nas plantas contra 45,81 nas plantas submetidas ao manejo A1B1C1, ao final do ciclo da cultura (Figura 4F). As plantas de algodão foram afetadas pela salinidade da água somente entre 16-59 DAS, quando passaram a ser irrigadas com água de menor salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) até o final do ciclo (59 a 113 DAS) e compensaram os efeitos da exposição da salinidade resultando em maior emissão de folhas em referência às plantas que se submeteram ao estresse salino nas demais fases de desenvolvimento.

- **Área foliar**

Verificou-se, de acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 4), diferença entre as estratégias de manejo da salinidade exerceram efeito significativo ($p < 0,01$) sobre a área foliar, aos 23, 30, 37 e 59 DAS. Por meio do desdobramento estatístico dos efeitos dos fatores isolados também foi possível verificar que os genótipos analisados expressaram diferenças ($p < 0,01$) na área foliar aos 37 e 59 DAS. Verificou-se, ainda, que a interação entre as estratégias de manejo x genótipo promoveu efeito significativo sobre a área foliar mas apenas aos 37 DAS ($p < 0,01$). Ante os resultados, percebe-se que as plantas têm seu crescimento em área foliar afetado pela salinidade da água de irrigação, de forma diferente, em função do seu estágio de desenvolvimento (Tabela 4). Segundo Maas (1990), a tolerância aos sais por uma cultura, é afetada por fatores como o estágio de seu desenvolvimento no momento da exposição à salinidade, duração da exposição, condições ambientais e intensidade do manejo do sistema solo-água-planta.

Na área foliar (AF) semelhante ao número de folhas, percebe-se que o estresse salino causou reduções quando aplicado durante o crescimento inicial aos 23, 30 e 59 DAS, principalmente nas estratégias T2 (A2B1C1) com reduções de 17,63%, 45,79% e 59,60% e no T6 (A2B2C1) com decrementos de 27,11%, 50,35% e 70,67% respectivamente, quando comparadas às plantas sem aplicação de estresse salino ao longo do ciclo. Reduções na área foliar devido à elevação da concentração salina da água de irrigação, foram observadas por Siqueira et al. (2005), trabalhando com o algodoeiro colorido irrigado com águas de condutividade elétrica variando de 2,0 a $9,5 \text{ dS m}^{-1}$, e observaram decréscimo na área foliar

com o aumento na condutividade elétrica da água de irrigação, assim como identificado neste trabalho com alguns manejos.

Tabela 4. Resumo das análises de variância relativas a área foliar (AF) aos 23, 30, 37 e 59 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		AF 23 DAS	AF 30 DAS	AF 37 DAS	AF 59 DAS
Estratégias de Manejo (EM)	6	13095,048**	753948,098**	6872086,519**	12643230,407**
Genótipos (G)	2	1178,97 ^{ns}	13678,096 ^{ns}	1198372,188**	2317520,548**
EM x G	12	2507,830 ^{ns}	22162,586 ^{ns}	103250,523**	259180,548 ^{ns}
Bloco	2	50773,525**	296092,938**	303124,681**	77865,473 ^{ns}
Erro	40	1926,436	11995,311	36947,311	184925,973
CV (%)		12,57	11,62	9,53	15,81
Média Geral		349,300	942,313	2017,861	2720,239

^{ns}, **, *: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura

Observa-se que as plantas foram irrigadas com água salina (9 dS m^{-1}) na fase de florescimento e formação da produção (T3 e T7), enquanto as plantas de algodão sofreram com os efeitos osmóticos aos 59 DAS, com reduções de 31,77% e 22,23%, ou seja, reduções equivalentes a 1316,28 e 920,95 cm^2 , em relação ao manejo sem aplicação de água salina (Tabela 5). Este comportamento se justifica pelo fato de que, na época de floração, as plantas passam a utilizar os fotoassimilados para a formação de produção; nesta fase as estruturas de produção passam a ser priorizadas pela fisiologia da planta, que paralisam o desenvolvimento de outros órgãos, entre eles a expansão foliar (PERES e KERBAUT, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2009). De acordo com Gurgel et al. (2003) a redução na taxa de assimilação líquida de CO_2 provocada pelo fechamento dos estômatos em resposta ao baixo potencial da água do solo devido à elevada concentração salina, também é determinante na redução do crescimento foliar; contudo, não foi constatada diferença significativa para a estratégia de manejo com aplicação de salinidade na fase de formação da produção nas três épocas em estudo (Tabela 5) posto que, nesta época, ainda não se havia iniciado a aplicação da salinidade, sendo inviabilizada sua avaliação após os 59 DAS, período este que iniciou aplicação do estresse salino no referido manejo (A1B1C2) além do início da senescência de folhas.

Tabela 5. Teste de médias para a área foliar (AF) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 30 e 59 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

Estratégias de Manejo	Médias de Área Foliar		
	23 DAS	30 DAS	59 DAS
T1- A1B1C1	386,265 a	1180,938 a	4142,631 a
T2- A2B1C1	318,135 b	640,182 b	1673,532 c
T3- A1B2C1	370,252 a	1163,435 a	2826,350 b
T4- A1B1C2	367,574 a	1145,831 a	4131,290 a
T5- A2B1C2	341,062 a	677,771 b	1831,295 c
T6- A2B2C1	281,535 b	586,246 b	1214,902 d
T7- A1B2C2	380,274 a	1201,786 a	3221,677 b

A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade

Dentre os genótipos analisados, e independente da estratégia de manejo da água salinizada, a ‘BRS Rubi’ evidencia maior área foliar (3093,41 cm²), superando as cultivares ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ em 20,58% e 15,60%, respectivamente (Figura 5). Assim, pode-se constatar que o genótipo ‘BRS Rubi’ tem maior potencial de crescimento; outro fato importante a se relevar com área foliar, é que sua importância no processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa. Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo permanecer em atividade fotossintética (SILVA et al., 2008). Resultados semelhantes foram obtidos por Jácome et. al. (2003) que, estudando águas com salinidade crescente em genótipos de algodoeiro em casa de vegetação, destacaram diferenças entre os genótipos a respeito da área foliar por planta.

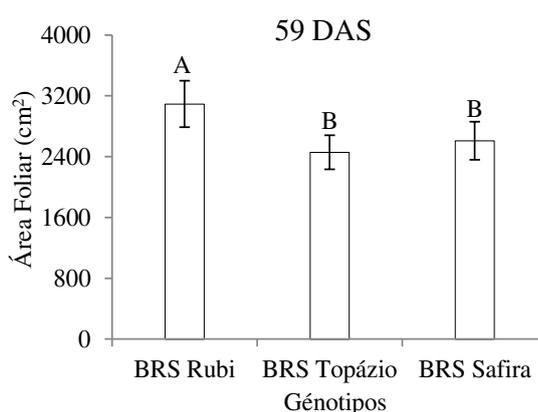


Figura 5. Teste de médias referente à área foliar (AF) entre genótipos de algodoeiro. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, p<0,05

Procedendo-se ao desdobramento estatístico do efeito do fator genótipo dentro das estratégias de manejo estudadas aos 59 DAS, verificou-se que os genótipos não diferiram de forma significativa entre si, nas estratégias de manejo T2, T5 e T6 (Tabela 6).

Quando os três genótipos foram conduzidos sem aplicação do estresse salino (A1B1C1) notou-se, na ‘BRS Rubi’, maior área foliar (3244,15 cm²) diferindo da ‘BRS Topázio’ e da ‘BRS Safira’ que tiveram crescimento em área foliar de 2731,46 e 2643,94 cm², respectivamente. Foram estimados incrementos de 15,8% e 18,5% na AF da ‘BRS Rubi’ quando comparada com as cultivares ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’; ressalta-se que a ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ não expressaram variação significativa entre si na área foliar (Tabela 6). O comportamento das plantas cultivadas com as estratégias T3, T4 e T7 foi semelhante aos das cultivadas na ausência do estresse salino, sendo evidenciada maior área foliar por planta (2935,29; 3055,55 e 3184,28 cm², respectivamente) na cultivar ‘BRS Rubi’. Não se verificou variação significativa na área foliar por planta dos genótipos ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’, quando cultivadas sob os manejos T3, T4 e T7 (Tabela 6).

De acordo com dados da Embrapa (2006), existem genótipos de algodão com características agrônômicas peculiares, tornando-as importantes para programas de melhoramento genético. Neste sentido é oportuno ressaltar que essas características particulares de cada cultivar têm influências diretas sobre a produção biológica das plantas; assim, pode-se atribuir as divergências observadas na área foliar à constituição genética de cada genótipo.

Outro fato de suma importância é que a redução da AF das plantas em condições salinas está relacionada com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante mantendo, desta forma elevado potencial hídrico na planta (TESTER e DAVENPORT, 2003).

Tabela 6. Médias para a o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para a área foliar (AF) do algodoeiro, aos 37 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

Estratégias de Manejo	Genótipos		
	BRS Rubi	BRS Topázio	BRS Safira
T1- A1B1C1	3244,156 aA	2731,462 aB	2643,948 aB
T2- A2B1C1	1102,558 bA	1102,731 cA	1130,179 cA
T3- A1B2C1	2935,295 aA	2299,092 bB	2269,490 bB
T4- A1B1C2	3055,556 aA	2619,463 aB	2890,204 aAB
T5- A2B1C2	1330,573 bA	1204,060 cA	1078,593 cA
T6- A2B2C1	1199,886 bA	855,880 cA	868,166 cA
T7- A1B2C2	3184,281aA	2246,671 bB	2382,844 bB

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e nem entre genótipos (Tukey, $p < 0,05$), respectivamente; Estratégias de Manejo: A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade nas fases.

- **Diâmetro de caule**

Ocorreram diferenças entre as estratégias de manejo da salinidade, no diâmetro de caule (DC) ($p < 0,01$) aos 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura. Por meio de desdobramento estatístico para análise do efeito da interação entre os fatores, constatou-se que as estratégias de manejo da salinidade não exerceram influência significativa sobre o diâmetro de caule dos genótipos de algodoeiro estudados de forma diferenciada. Por outro lado, que os genótipos de algodoeiro analisados foram diferentes significativamente ($p < 0,01$) quanto ao DC, em todas as épocas avaliadas (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo das análises de variância para o diâmetro de caule (DC) aos 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios							
		DC 16 DAS	DC 23 DAS	DC 30 DAS	DC 37 DAS	DC 44 DAS	DC 59 DAS	DC 93 DAS	DC 113 DAS
Estratégias de Manejo (EM)	6	0,0008 ^{ns}	0,192 ^{**}	3,226 ^{**}	9,523 ^{**}	10,646 ^{**}	9,012 ^{**}	4,923 ^{**}	2,636 ^{**}
Genótipos (G)	2	0,082 ^{**}	0,326 ^{**}	0,838 ^{**}	0,735 ^{**}	1,883 ^{**}	3,805 ^{**}	7,536 ^{**}	3,650 ^{**}
EM x G	12	0,009 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,048 ^{ns}	0,105 ^{ns}	0,222 ^{ns}	0,363 ^{ns}	3,655 ^{ns}	0,304 ^{ns}
Bloco	2	0,394 ^{**}	0,363 ^{**}	0,880 ^{**}	0,306 ^{ns}	0,662 [*]	0,349 ^{ns}	1,809 [*]	1,058 ^{ns}
Erro	40	0,009	0,032	0,032	0,132	0,178	0,206	0,475	0,424
CV (%)		4,18	5,23	3,74	5,73	5,64	5,56	8,07	7,25
Média Geral		2,345	3,437	4,858	6,343	7,481	8,182	8,547	8,984

^{ns, **,*}: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura

Constatou-se maior diâmetro de caule na estratégia de manejo sem estresse salino (Tabela 8) identificando-se diferença significativa com os tratamentos T2 e T6 no período compreendido entre 23 a 44 DAS porém não diferiu do manejo T7 e ao longo de todo o ciclo foi superior ao manejo T5 (A2B1C2). Destaca-se que diversos estudos indicam que a maioria das culturas anuais é sensível durante a emergência e o crescimento vegetativo (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990; MAAS e GRATTAN, 1999) sendo tais efeitos evidenciados em algodão (ABUL -NAAS e OMRAN, 1974), milho (MAAS et al., 1983) e melão (BOTIA et al., 2005).

As plantas submetidas ao estresse salino durante a floração (37 – 59 DAS) tiveram reduções no crescimento em diâmetro de caule em relação às plantas sem aplicação de

estresse salino (A1B1C1); neste período, as plantas nos manejos T3, T6 e T7, que ao final da fase de floração cresceram em média 14,14%; 31,10% e 14,23% a menos quando comparadas com a estratégia sem salinidade sendo importante salientar que as plantas sob a estratégia T6 também foram irrigadas com água salina na fase vegetativa, caracterizando desta maneira, um estresse acumulativo entre fases, o que pode estar associado à expressiva redução no DC. Ressalta-se que o crescimento e o desenvolvimento das plantas sofrem alterações diferenciadas conforme a época na qual as plantas são expostas ao estresse salino (MUNNS, 2002).

Quando o estresse salino foi aplicado apenas no estágio de frutificação (93-113 DAT), com o manejo A1B1C2, não se registraram diferenças significativas no diâmetro de caule ao longo do ciclo da cultura (Tabela 8). Este fato é um indicativo de que a exposição da planta à salinidade da água de irrigação durante a fase de frutificação, exerce menor efeito sobre o crescimento vegetativo das plantas; outro aspecto relevante foi a recuperação das plantas em diâmetro caulinar nas plantas sob as estratégias de manejo T2, T3 e T6 logo após o término da aplicação da salinidade, não apresentando diferença significativa do manejo T1 (A1B1C1) aos 113 DAS. Após o estágio de crescimento vegetativo no qual a sensibilidade ao estresse salino é mais evidente, diversos estudos sugerem que a maioria das culturas se torna progressivamente tolerante ao longo do ciclo (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990; MAAS e GRATTAN, 1999).

Tabela 8. Teste de médias para diâmetro de caule (DC) do algodoeiro sob diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

Estratégias de Manejo	Médias de Diâmetro de Caule						
	23 DAS	30 DAS	37 DAS	44 DAS	59 DAS	93 DAS	113 DAS
T1- A1B1C1	3,633 a	5,419 a	7,283 a	8,840 a	9,144 a	9,362 a	9,424 a
T2- A2B1C1	3,275 b	4,283 b	5,298 b	6,775 c	8,520 b	9,187 a	9,365 a
T3- A1B2C1	3,534 a	5,336 a	6,975 a	7,514 b	7,851 c	8,261 b	9,261 a
T4- A1B1C2	3,512 a	5,287 a	7,274 a	8,853 a	9,264 a	9,268 a	9,396 a
T5- A2B1C2	3,388 b	4,296 b	5,388 b	6,812 c	8,351 b	8,405 b	8,498 b
T6- A2B2C1	3,228 b	4,093 c	5,075 b	5,933 d	6,300 d	7,500 c	8,927 a
T7- A1B2C2	3,488 a	5,296 a	7,111 a	7,638 b	7,842 c	7,848 c	8,018 b

A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade

Na Figura 6 tem-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) podendo-se observar diferenças significativas em todas as épocas de avaliação (16-113 DAS); o diâmetro de caule médio da planta do genótipo 'BRS Safira' foi estatisticamente superior ao dos genótipos 'BRS Rubi' e 'BRS Topázio' aos 16 DAS; contudo, não foi constatada diferença nas demais épocas entre

‘BRS Safira’ e ‘BRS Topázio’, independentemente das estratégias de manejo da salinidade adotadas, os quais estes agrupados com as melhores médias culminando na indicação desses materiais como os de potenciais promissores de crescimento. É interessante ressaltar que o comportamento em diâmetro apresentado por genótipos é um fator genético de cada cultivar (ARAÚJO FILHO, 1991).

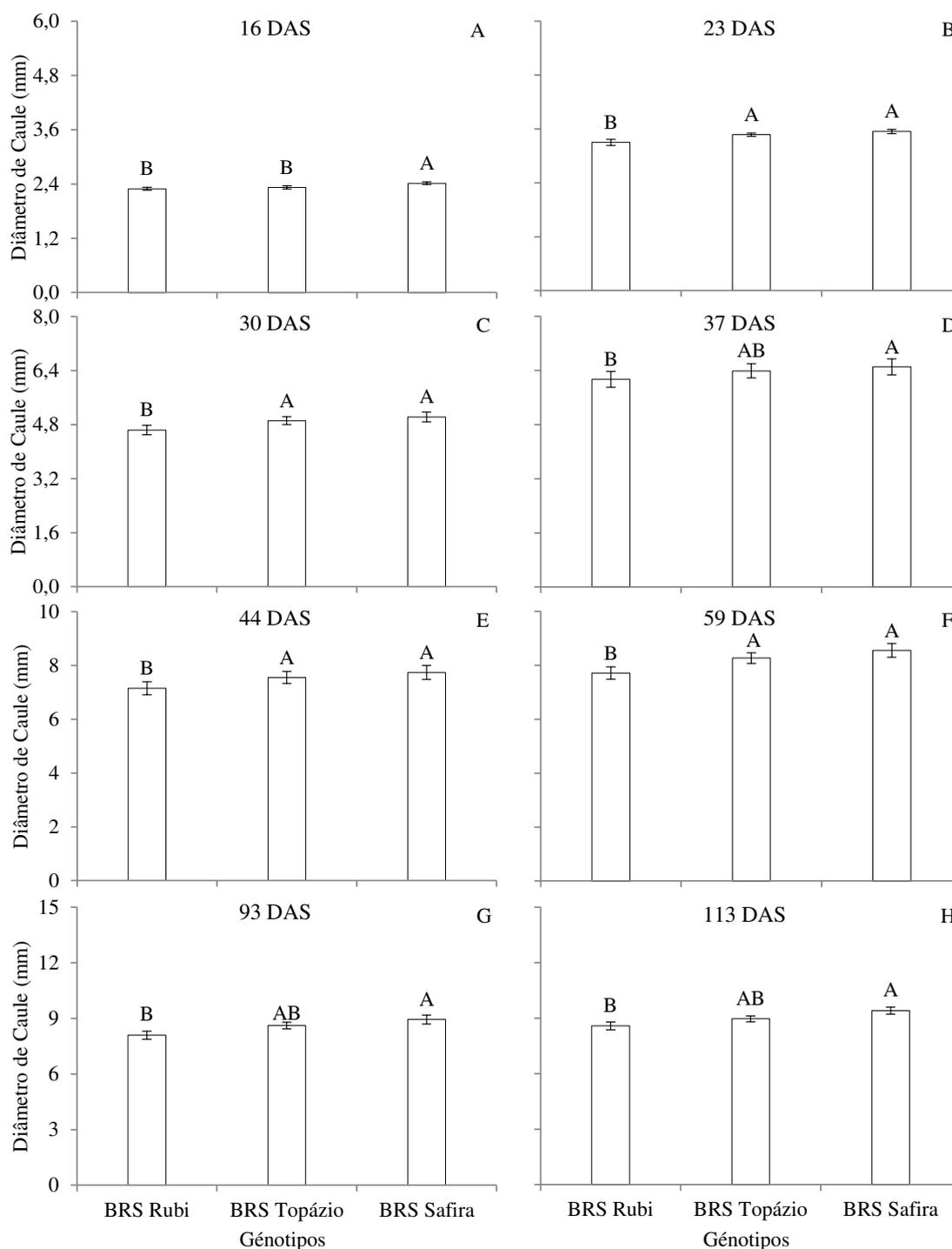


Figura 6. Teste de médias referente ao diâmetro de caule (DC) entre genótipos de algodoeiro. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$

Entre os três 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, sendo constatada diferença percentual de 8,85% entre esses genótipos no final do ciclo da cultura (113 DAS). Lima (2007), trabalhando com quatro genótipos de algodão sob condições de salinidade, também evidenciou a sensibilidade do genótipo ‘BRS Rubi’.

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.

Na Figura 7 se encontra o modelo (sigmoide ou logístico) que melhor se adaptou ao comportamento do diâmetro de caule das plantas de algodão em função do tempo no primeiro ciclo produtivo, correspondendo ao período de 16 a 113 dias após a semeadura. 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). A partir da Figura 10 pode-se constatar, assim como ocorreu para número de folha, que o diâmetro de caule teve seu crescimento reduzido à medida em que as plantas foram irrigadas com água salinizada. A aplicação de água salinizada no estágio inicial do desenvolvimento (dos 16 aos 37 DAS), ou seja, na fase vegetativa, resultou em decréscimo no DC de aproximadamente 27,25% no final da fase vegetativa da cultura em relação às plantas sem estresse salino. Todavia, ao final do ciclo obteve-se, no tratamento A2B1C1 pequena diferença nos valores de DC quando comparada com a estratégia A1B1C1, estando em torno de 0,61%, comportamento este já observado para número de folhas reforçando a hipótese de uma retomada no crescimento da planta após a aplicação do estresse salino.

Na fase de floração do algodoeiro, período que compreendeu de 37 a 59 DAS, as plantas irrigadas com água salinizada (9 dS m^{-1}) tiveram redução na evolução do diâmetro de caule de 14,13%, em relação às plantas (A1B1C1) sem estresse salino; ao final do ciclo da cultura os valores de DC foram equivalentes entre essas estratégias ressaltando-se que também não foi constatada diferença entre os valores do manejo com irrigação com água salina no período de formação da produção, sendo aproximadamente de 0,36% em relação ao DC obtido nas plantas sem estresse salino ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$).

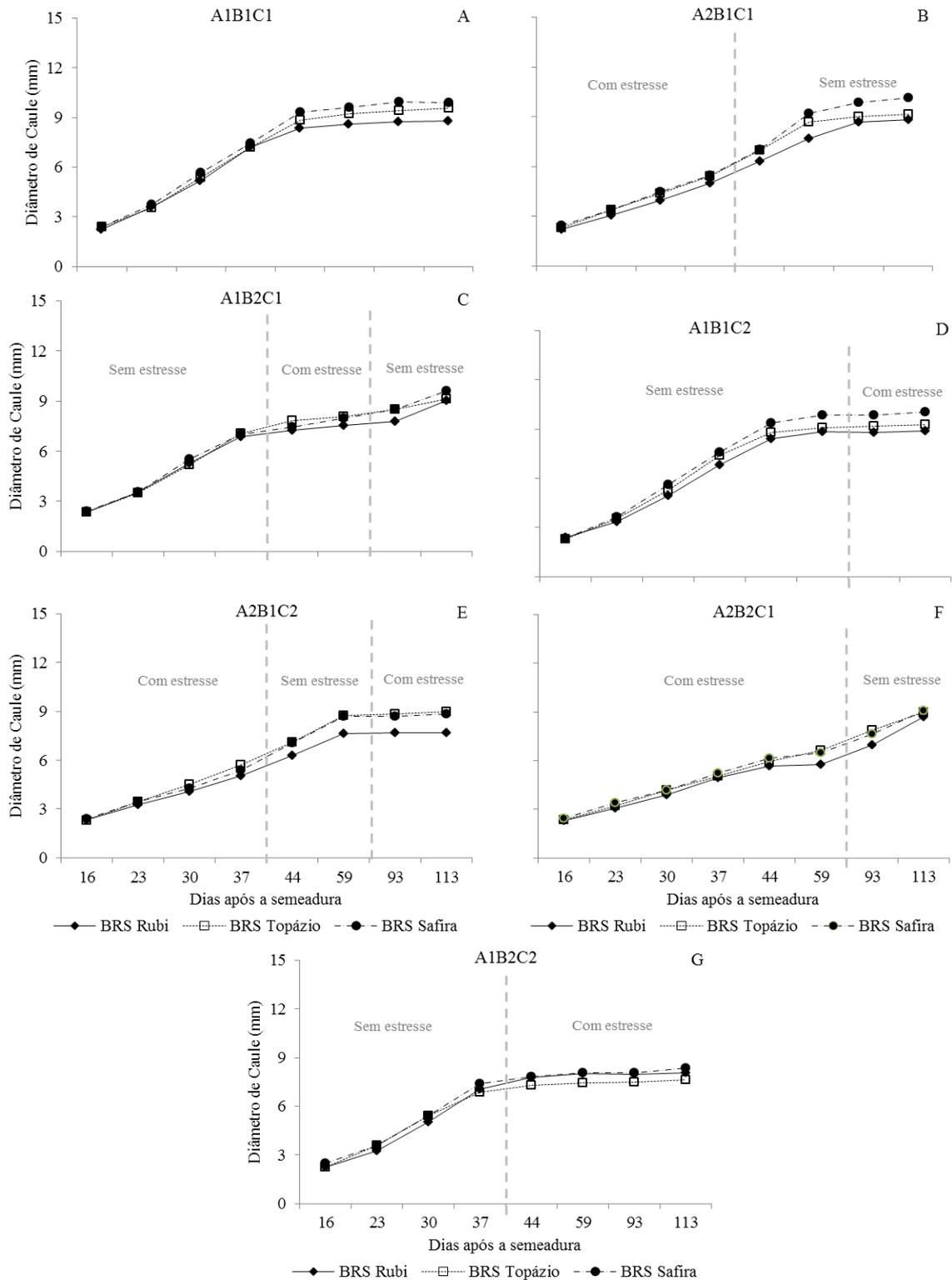


Figura 7. Diâmetro de caule (DC) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014

Observa-se tendência de estabilização no incremento DC no final do primeiro ano do ciclo da cultura, com relação às estratégias de manejo, consistiram do fornecimento de água salinizadas em dois estádios de desenvolvimento da cultura sendo que A2B1C2, A2B2C1 e

A1B2C2, apresentaram o menor índice de crescimento em DC (9,82%; 5,26% e 14,91%) em comparação com a estratégia sem estresse salino ao longo do ciclo.

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 em que eram submetidas a concentrações crescentes de salinidade (NaCl), pode ser atribuído ao efeito osmótico, à toxicidade pela absorção excessiva dos íons Na^+ e 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 dS m^{-1} , observou, também, redução no diâmetro de caule com o aumento da concentração salina na solução do solo.

- **Altura de planta**

Conforme indicado na Tabela 9, ocorreu diferença entre as estratégias de manejo da salinidade sobre a altura de plantas aos 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 DAS. Em relação ao fator genótipos de algodoeiro analisados tiveram diferenças significativas ($p < 0,01$) entre si sobre a AP, em todas as épocas avaliadas. De modo contrário, a interação entre os fatores (estratégias de manejo x genótipos) não interferiu na altura de plantas situação que evidencia que as plantas de algodoeiro responderam de forma semelhante à ação das diferentes estratégias de manejo, independente do genótipo. Jácome et. al. (2003), analisando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e genótipos sobre o crescimento em altura de plantas do algodoeiro também verificaram não haver interação entre os fatores.

De acordo com os resultados do teste de média para as estratégias de manejo da salinidade para a altura de plantas (Tabela 10) constata-se que a estratégia de manejo sem estresse salino ao longo do ciclo foi superior as das plantas submetidas às estratégias T2 (A2B1C1), T5 (A2B1C2) e T6 (A2B2C1) no período entre 23 e 59 DAS; entretanto, não diferiu quando a salinidade (9 dS m^{-1}) foi aplicada na fase de formação da produção (T4) e das estratégias T3 e T7, nas avaliações entre 23 e 37 DAS. Tem sido reconhecido que a sensibilidade de uma cultura à salinidade varia de uma fase de crescimento de desenvolvimento para outra (BERNSTEIN e HAYWARD, 1958).

Aos 93 e 113 DAS as maiores médias, quanto à altura de plantas, foram obtidas nas estratégias com uso de água de baixa salinidade (T1) e com estresse salino na fase vegetativa

(T2). Ressalta-se que plantas irrigadas conforme a estratégia T2, apresentaram uma provável retomada no crescimento em altura, a partir dos 59 DAS, constatando valores entre 109,63 e 112,64 cm aos 59 e 113 DAS; sendo valores estes próximos aos encontrados na estratégia sem estresse salino ao longo do ciclo da cultura (T1) verificando-se valores médios de 110,33 e 110,41 cm (Tabela 10).

Tabela 9. Resumo das análises de variância para a altura de plantas (AP) aos 16, 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios							
		AP 16 DAS	AP 23 DAS	AP 30 DAS	AP 37 DAS	AP 44 DAS	AP 59 DAS	AP 93 DAS	AP 113 DAS
Estratégias de Manejo (EM)	6	0,643 ^{ns}	7,696 ^{**}	141,480 ^{**}	778,674 ^{**}	1200,250 ^{**}	2299,360 ^{**}	2435,731 ^{**}	1551,211 ^{**}
Genótipos (G)	2	32,141 ^{**}	115,209 ^{**}	236,285 ^{**}	599,359 ^{**}	1439,502 ^{**}	2939,660 ^{**}	3976,849 ^{**}	4838,157 ^{**}
EM x G	12	0,820 ^{ns}	3,560 ^{ns}	12,233 ^{ns}	17,748 ^{ns}	29,694 ^{ns}	43,740 ^{ns}	73,244 ^{ns}	78,975 ^{ns}
Bloco	2	2,168 [*]	39,011 ^{**}	123,558 ^{**}	142,319 ^{**}	157,678 ^{**}	33,306 ^{ns}	138,743 ^{ns}	179,530 ^{ns}
Erro	40	0,660	2,256	7,535	12,152	25,022	26,662	56,642	82,364
CV (%)		6,98	7,30	7,86	6,78	7,85	6,17	8,10	9,27
Média Geral		11,647	20,571	34,926	51,453	63,731	83,637	92,858	97,914

^{ns}, ^{**}, ^{*}: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura

Observa-se que, à medida em que as plantas foram irrigadas com água salina nas fases de florescimento e formação da produção, conforme as estratégias T3, T4, T5, T6 e T7, vê-se que as plantas de algodão sofreram com os efeitos da salinidade a partir dos 59 DAS, com reduções ao final do ciclo de 20,89%, 5,85%, 9,13%, 13,82% e 31,55%, ou seja, reduções equivalentes a 23,07%, 6,46%, 10,08%, 15,26% e 34,84 cm, em relação ao manejo sem salinidade (Tabela 10).

Jácome et al. (2005) estudando a tolerância de genótipos de algodoeiro em diferentes estádios irrigados com água salina, constatando-se reduções na altura de plantas com o aumento dos teores de salinidade principalmente nas fases de floração e formação de produção independente do genótipo estudado.

Tabela 10. Teste de médias para altura de planta (AP) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 30, 37, 44, 59, 93 e 113 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

Estratégias de Manejo	Médias de Altura de Planta						
	23 DAS	30 DAS	37 DAS	44 DAS	59 DAS	93 DAS	113 DAS
T1- A1B1C1	21,651 a	38,825 a	60,272 a	78,038 a	99,488 a	110,335 a	110,414 a
T2- A2B1C1	19,866 b	31,206 b	42,727 b	54,796 c	91,596 b	109,638 a	112,642 a
T3- A1B2C1	21,240 a	38,949 a	58,127 a	67,500 b	71,894 c	78,907 c	87,340 c
T4- A1B1C2	21,325 a	36,859 a	60,031 a	76,729 a	99,320 a	103,231 b	103,953 b
T5- A2B1C2	20,057 b	30,781 b	42,607 b	56,596 c	92,033 b	99,370 b	100,333 b
T6- A2B2C1	19,103 b	30,312 b	39,611 b	47,037 d	58,125 d	73,755 c	95,146 b
T7- A1B2C2	20,751 a	37,549 a	56,799 a	65,422 b	73,001 c	74,768 c	75,572 d

A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade

Ao se comparar os genótipos de algodoeiro, notou-se diferença entre os genótipos na altura de plantas pelo teste de Tukey a 5% (Figura 8); é possível observar que o genótipo ‘BRS Safira’ apresentou maior crescimento em altura de plantas (12,47; 22,22 e 37,46 cm), não diferindo estatisticamente dos valores observados na ‘BRS Topázio’. Por outro lado, o valor de altura de plantas para ‘BRS Safira’ diferiu de forma significativa do valor (10,22; 17,89 e 31,12 cm) observado na ‘BRS Rubi’, com diferença percentual de 18,04%; 19,48% e 16,92% entre esses genótipos, aos 16, 23 e 30 dias após a semeadura, respectivamente (Figuras 8A, 8B e 8C). Analisando os genótipos de algodoeiro avaliados aos 37 DAS, e constatando, maior altura de planta (57,25 cm) na ‘BRS Safira’ diferido de forma significativa do valor (50,36 cm) encontrado na ‘BRS Topázio’; a ‘BRS Rubi’ teve menor crescimento em altura (46,73 cm).

Quando os três genótipos foram avaliados aos 44, 59, 93 e 113 DAS, notou-se que a ‘BRS Safira’ teve maior altura de planta (73,06; 97,17; 108,73 e 115,42 cm) diferindo das ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’, que tiveram incrementos de 19,16%, 21,01%, 21,90% e 22,76% na altura de planta da ‘BRS Safira’ quando comparadas com as cultivares ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’. Corroborando com o presente estudo, Ferraz (2012) estudando o comportamento de diferentes genótipos de algodoeiro herbáceo com aplicação de doses de silício via foliar nas condições edafoclimáticas do semiárido, observou maior crescimento em termos de altura de planta no genótipo ‘BRS Safira’. Segundo Botía et al. (2005) esta variabilidade genética está associada aos mecanismos de adaptação ao estresse salino desenvolvidos por genótipos de espécies tolerantes aos sais e no caso do algodoeiro, porém no caso dos genótipos estudados pode-se afirmar que não há variabilidade genética entre elas associada aos efeitos da salinidade uma vez que não há diferença significativa entre a interação estratégias de manejo x genótipos para a altura de planta.

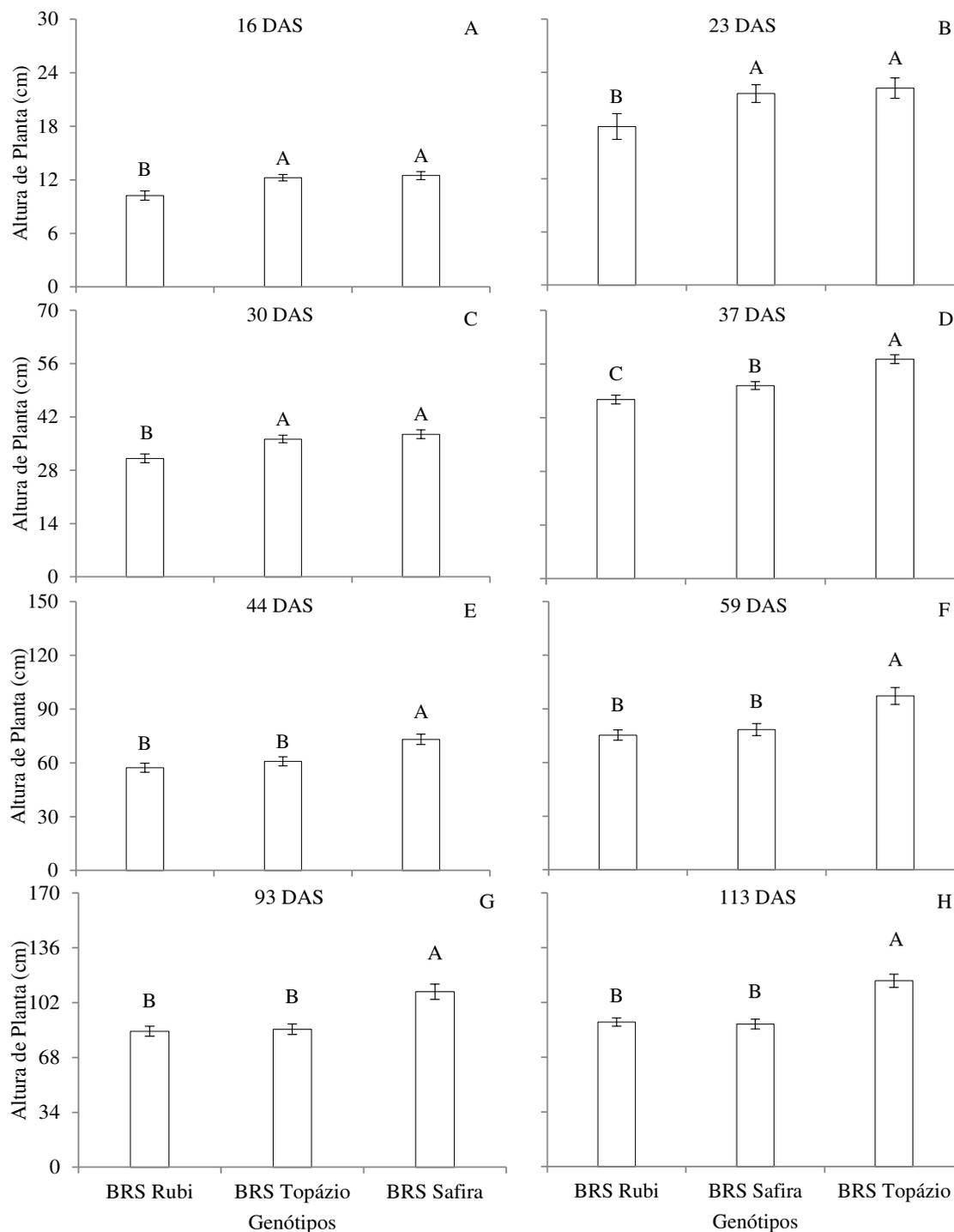


Figura 8. Teste de médias referente à altura de planta (AP) entre os genótipos de algodoeiro. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Observa-se, na Figura 9, quando o estresse salino foi aplicado na fase vegetativa (Figura 9B), dos 16 DAS até o início da floração (37 DAS), e apresentou crescimento em altura menor em relação às plantas da estratégia de manejo sem estresse salino ao longo do ciclo da cultura (A1B1C1); no final desta fase as plantas estressadas apresentaram incremento na altura, da ordem de 48,57 cm, enquanto que as plantas sob o manejo A1B1C1 aumentaram

30,92 cm no mesmo período, no final do ciclo da cultura; aos 113 DAS a altura média das plantas deste tratamento foi semelhante à das plantas sem aplicação da salinidade.

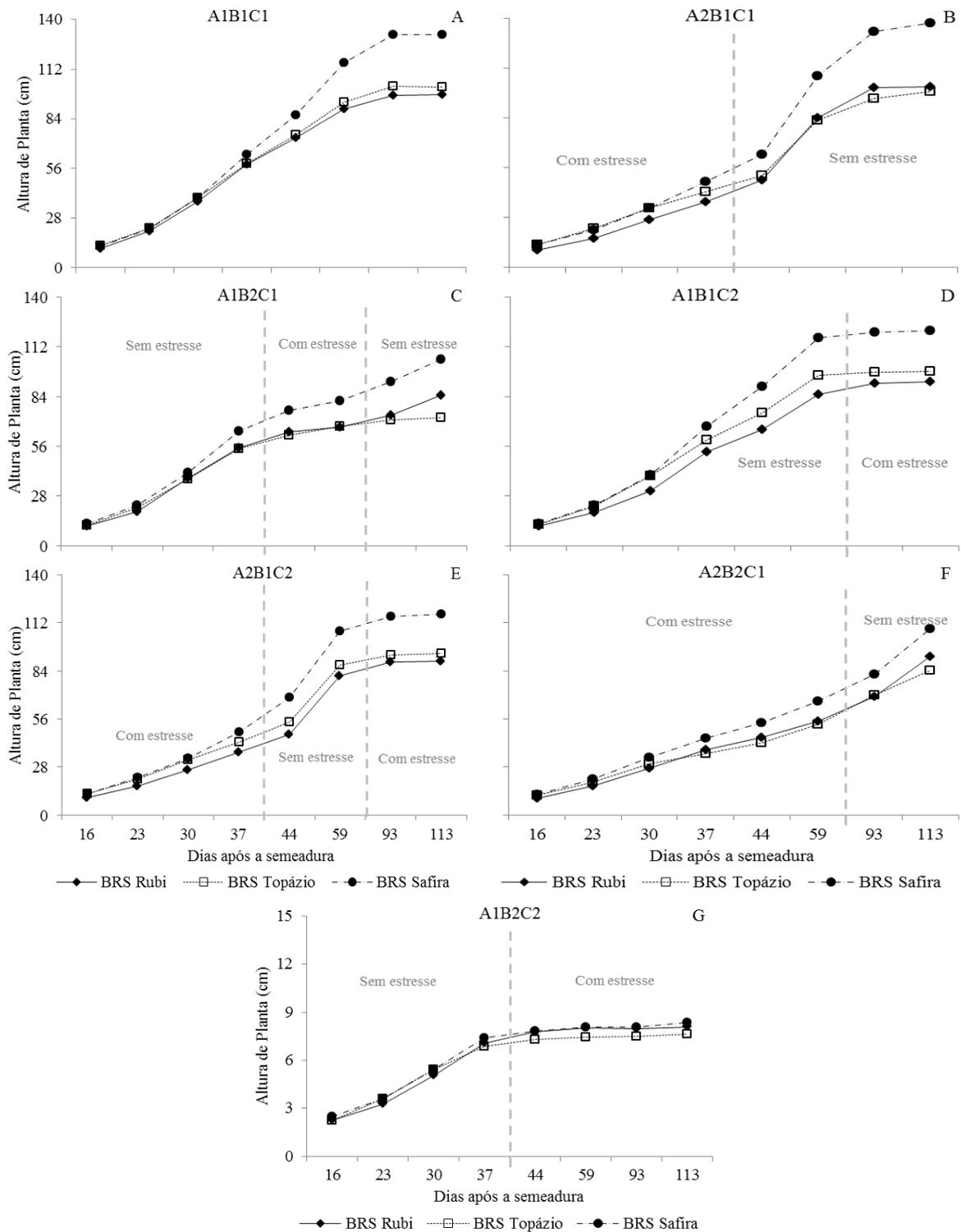


Figura 9. Altura de plantas (AP) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014

Mantendo as tendências já observadas para número de folhas e diâmetro de caule, verifica-se que as plantas submetidas ao estresse salino na fase de floração (A1B2C1)

apresentaram desempenho bem abaixo dos demais tratamentos, que permaneceram sem aplicação da salinidade, com as plantas no final desta fase (59 DAS) indicando uma redução na altura de planta de 14,13% em relação ao manejo sem estresse salino e 5,98% das plantas cujo manejo foi A2B1C2 (Figuras 9A, 9C e 9E).

Constata-se, nas Figuras 9D e 9F, que os tratamentos A1B1C2 e A2B2C1, em que a água salina foi utilizada dos 59 aos 113 DAS e dos 16 aos 59 DAS, respectivamente, aos 113 DAS apresentaram altura de plantas em torno de 103,93 e 95,14 cm; não houve diferença significativa no crescimento das plantas desses tratamentos quando comparados com o A1B1C1, que foi irrigado com água de baixa salinidade (110,41 cm) mostrando que o uso de água salina (CEa de 9 dS m⁻¹) nesses estádios de desenvolvimento não interferiu no crescimento da cultura. Segundo Chaves et al. (2009) o efeito negativo da salinidade sobre o crescimento das plantas ocorre conforme a intensidade e duração da exposição aos sais, ao invés da fase de desenvolvimento, esses dois fatores influenciam a resposta das plantas à salinidade e determinam a ocorrência ou não do processo de mitigação associado a uma posterior aclimação.

As plantas irrigadas com água salina no período de 37 a 113 DAS (A1B2C2) tiveram aumento em termos de altura de planta até os 37 DAS (Figura 9G), não se diferenciando, até este momento, das plantas irrigadas com água de baixa salinidade; a partir de 37 DAS, com início da aplicação da água de elevada condutividade elétrica (9 dS m⁻¹), as plantas estabilizaram o crescimento tendo uma redução ao final do ciclo em torno de 34,83 cm em comparação com as plantas irrigadas com baixa salinidade. Esta tolerância à salinidade por períodos limitados de tempo, também pode estar envolvida com alguns mecanismos do algodoeiro, já reportados na literatura como, por exemplo: aumento acentuado no conteúdo de prolina e controle eficiente no transporte de Na⁺ para as folhas, com acúmulo nas raízes e no caule (JESCHKE e PATE, 1991; LI et al., 2008).

5.2. Parâmetros fisiológicos

Ocorreram diferenças significativas entre as estratégias de manejo da salinidade na condutância estomática (gs), transpiração (E) e taxa de assimilação de CO₂ (A) aos 37, 59 e 113 dias após a semeadura, enquanto para concentração interna de CO₂ (Ci) e eficiência intrínseca da carboxilação (EIC) o efeito foi observado aos 59 e 113 DAS e a eficiência no uso da água (EUA) foi influenciada significativamente pelas estratégias de manejo apenas aos 113 DAS (Tabela 11). Nas avaliações realizadas aos 16 e 37 DAS foram consideradas, na

análise estatística, apenas quatro estratégias de manejo da salinidade T1 - A1B1C1, T2 - A2B1C1, T5 - A2B1C2 e T6 - A2B2C1, visto que nessas avaliações ainda não se havia iniciado os tratamentos salinos das demais estratégias. Diferenças entre os genótipos de algodoeiro foram notadas apenas na concentração interna de CO₂ e na eficiência na carboxilação aos 113 DAS. Não ocorreu efeito da interação dos fatores estratégia de (EM x G) indicando que as estratégias de manejo adotadas não interferiram nas trocas gasosas dos genótipos de algodoeiro, aos 16, 37, 59 e 113 DAS.

Tabela 11. Resumo das análises de variância para condutância estomática (gs) (mol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol m⁻² s⁻¹), eficiência instantânea no uso da água (EUA) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹], concentração interna de CO₂ (Ci) (μmol mol⁻¹) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [(μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹)⁻¹] aos 16, 37, 59 e 113 dias após a semeadura em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014

Variáveis	DAS	GL	QM		GL	QM		CV%	Média Geral
			Estratégias de Manejo (EM)			Genótipos (G)			
gs	16	3	0,00005 ^{ns}	2	0,0006 ^{ns}	6	0,0023 ^{ns}	21,37	0,2543
E		3	0,0498 ^{ns}	2	0,0491 ^{ns}	6	0,0047 ^{ns}	6,69	3,4053
A		3	0,9544 ^{ns}	2	3,3519 ^{ns}	6	4,6741 ^{ns}	9,01	18,6404
EUA (A/E)		3	0,2744 ^{ns}	2	0,1654 ^{ns}	6	0,5305 ^{ns}	9,31	5,5372
Ci		3	335,5942 ^{ns}	2	778,0703 ^{ns}	6	621,028 ^{ns}	9,04	188,6203
EiC (A/Ci)		3	0,0010 ^{ns}	2	0,0013 ^{ns}	6	0,0006 ^{ns}	22,55	0,1012
gs		37	3	0,0035 ^{**}	2	0,001 ^{ns}	6	0,0011 ^{ns}	15,37
E	3		0,2316 ^{**}	2	0,0264 ^{ns}	6	0,0620 ^{ns}	9,06	2,5168
A	3		1,6232 ^{ns}	2	3,7831 ^{ns}	6	4,0476 ^{ns}	14,42	15,2631
EUA (A/E)	3		1,8692 ^{ns}	2	1,0304 ^{ns}	6	0,6675 ^{ns}	17,35	6,1137
Ci	3		1594,9464 ^{ns}	2	1054,0829 ^{ns}	6	480,9905 ^{ns}	16,09	187,2777
EiC (A/Ci)	3		0,0010 ^{ns}	2	0,0012 ^{ns}	6	0,0004 ^{ns}	34,53	0,0897
gs	59		6	0,0343 ^{**}	2	0,0003 ^{ns}	12	0,0016 ^{ns}	29,03
E		6	5,0003 ^{**}	2	0,1521 ^{ns}	12	0,3282 ^{ns}	19,01	3,4639
A		6	109,5833 ^{**}	2	2,9402 ^{ns}	12	7,6683 ^{ns}	19,24	15,9924
EUA (A/E)		6	0,2244 ^{ns}	2	0,4473 ^{ns}	12	0,0585 ^{ns}	10,46	4,7768
Ci		6	1916,1308 ^{**}	2	711,0715 ^{ns}	12	456,383 ^{ns}	16,54	145,3544
EiC (A/Ci)		6	0,0019 [*]	2	0,0011 ^{ns}	12	0,0009 ^{ns}	24,62	0,1174
gs		113	6	0,0337 ^{**}	2	0,0004 ^{ns}	12	0,0002 ^{ns}	21,16
E	6		10,4424 ^{**}	2	0,0724 ^{ns}	12	0,0846 ^{ns}	22,11	2,9974
A	6		109,0878 ^{**}	2	6,4652 ^{ns}	12	2,2722 ^{ns}	13,93	11,8575
EUA (A/E)	6		1,8826 ^{**}	2	0,8686 ^{ns}	12	0,2304 ^{ns}	14,45	4,3776
Ci	6		6642,7695 ^{**}	2	1652,9949 [*]	12	378,7082 ^{ns}	13,51	163,9153
EiC (A/Ci)	6		0,0014 ^{**}	2	0,0015 ^{**}	12	0,0004 ^{ns}	24,06	0,0761

^{ns, **, *}: não significativo e significativo a p < 0,01 e p < 0,05; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura

• Condutância estomática

As estratégias de manejo da salinidade avaliadas não exerceram efeitos significativos na condutância estomática (gs) na fase vegetativa da cultura (Figura 10A). Com o início da

floração aos 37 DAS, as plantas irrigadas com água de baixa salinidade tinham, em média, gs de $0,21 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Com a aplicação da salinidade, conforme as estratégias T2, T5 e T6, ocorreram reduções na condutância estomática em relação às plantas sem aplicação de estresse salino; neste período as plantas obtiveram valores de gs em torno de $0,18 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Uma redução na condutância foliar obtida pelas plantas sobre estresse salino resultou, provavelmente, de um déficit hídrico, devido à elevada concentração de sais na solução do solo (PARIDA e DAS, 2005). Ressalta-se que o fechamento estomático, e a consequente redução do fluxo normal de CO_2 em direção ao sítio de carboxilação, constituem um dos principais responsáveis pela redução da fotossíntese, em plantas cultivadas em condições de salinidade (XU et al., 1994).

Aos 59 DAS as maiores médias quanto à condutância estomática foram obtidas nas estratégias cujo estresse salino foi aplicado na fase vegetativa (T2) e nas fases vegetativas e de formação da produção (T5). Salienta-se que plantas irrigadas de acordo com essas estratégias apresentaram uma possível recuperação na condutância estomática a partir dos 59 DAS com valores entre $0,24$ e $0,23 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente; superiores, portanto, aos encontrados nas plantas sem estresse salino ao longo do ciclo da cultura (T1) verificando-se valores médios de $0,18 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Figura 10B) o que remete a questionar se os demais parâmetros do aparato fotossintético das plantas dessas estratégias de manejo da salinidade acompanharam a mesma tendência, o que poderá ser observado adiante,

Ao final do ciclo da cultura (113 DAS) não houve diferenças entre as estratégias T1, T2, T3 e T6 na condutância estomática das plantas, com valores oscilando de $0,19$ a $0,16 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, relaciona-se que as plantas conduzidas sob as referidas estratégias de manejo logo após o término da aplicação da salinidade, apresentaram a mesma tendência de recuperação observada na condutância estomática aos 59 DAS (Figura 10C). Os menores valores para condutância estomática no mesmo período foram obtidos nas estratégias de manejo T4, T5 e T7. Silveira et al. (2010) e Kusvuran (2012) afirmam que a salinidade elevada da água de irrigação exerce efeito prejudicial no processo de abertura estomática das plantas, em virtude da resistência à difusão de CO_2 aumentar, o que foi observado nas plantas irrigadas com a água de 9 dS m^{-1} .

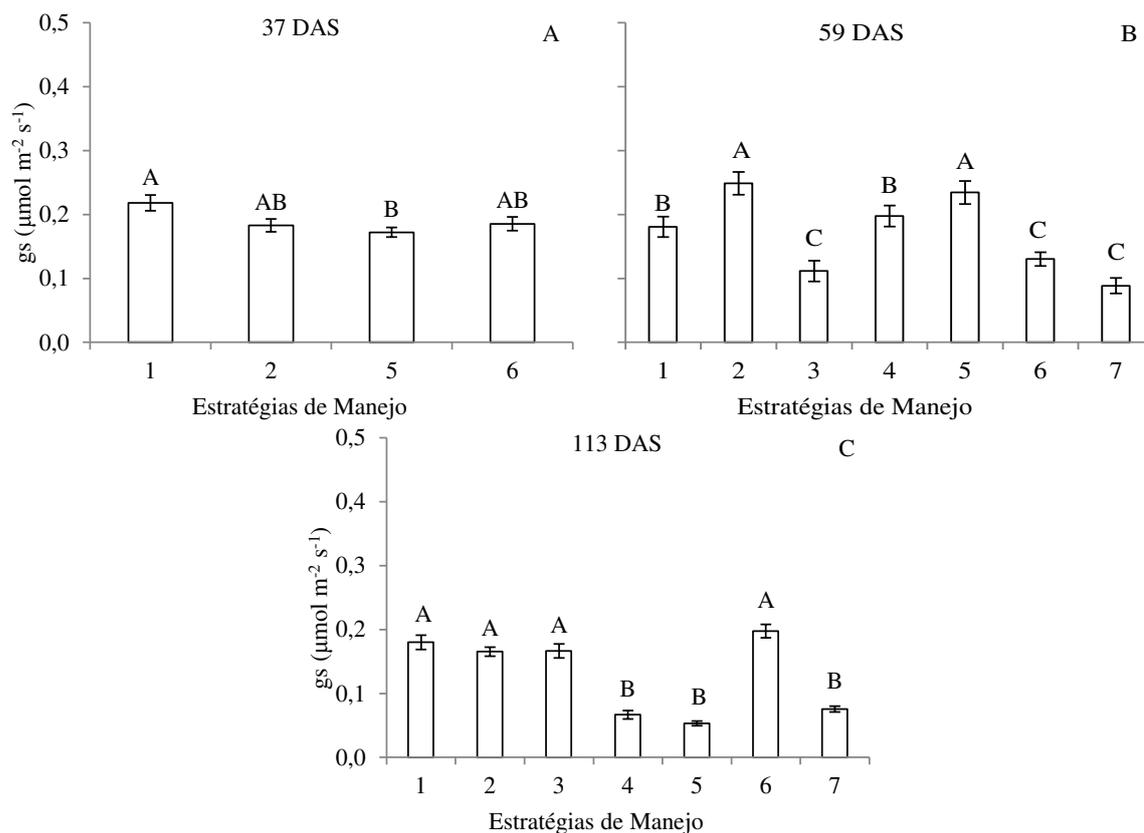


Figura 10. Teste de médias referente condutância estomática (g_s) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

• Transpiração

Na Figura 11A, se verifica que a taxa transpiratória das plantas irrigadas com as estratégias de manejo T2, T5 e T6 tiveram, quando comparadas com as plantas irrigadas com água de baixa salinidade T1, ao final da fase vegetativa (37 DAS) reduções de 9,10%, 14,16% e 8,34%, sendo diminuída de $2,73 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para 2,48; 2,34 e 2,50 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Ferreira (2008) afirma que a redução da condutância estomática reflete-se em menor transpiração e, conseqüentemente, em também menor perda de água pelas plantas, conferindo maior resistência ao estresse hídrico, resultante das elevadas concentrações salinas.

De modo inverso aos 59 DAS, as plantas sob os manejos T2 e T5 retomaram a taxa de transpiração, sendo esta elevada para 4,45 e 4,04 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ não diferindo do valor obtido no manejo T1 (3,72 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Destaca-se que nesta fase as plantas submetidas às referidas estratégias foram irrigadas com água de baixa salinidade (0,8 dS m^{-1}), o que evidencia os benefícios do emprego de estratégias de manejo da salinidade ao longo do ciclo do algodoeiro.

Ainda com relação à taxa transpiratória das plantas de algodão aos 59 DAS observa-se, conforme teste de média, que as estratégias T2 (A2B1C1) e T5 (A2B1C2) foram superiores aos tratamentos T3, T6 e T7 período no qual as plantas sob esses manejos foram irrigadas com água de elevada CEa; entretanto, não diferiram dos manejos T1 e T4 (Figura 11B).

Esses resultados sugerem 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 (SILVA et al., 2003) 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, 2012), corroborando com os resultados deste trabalho.

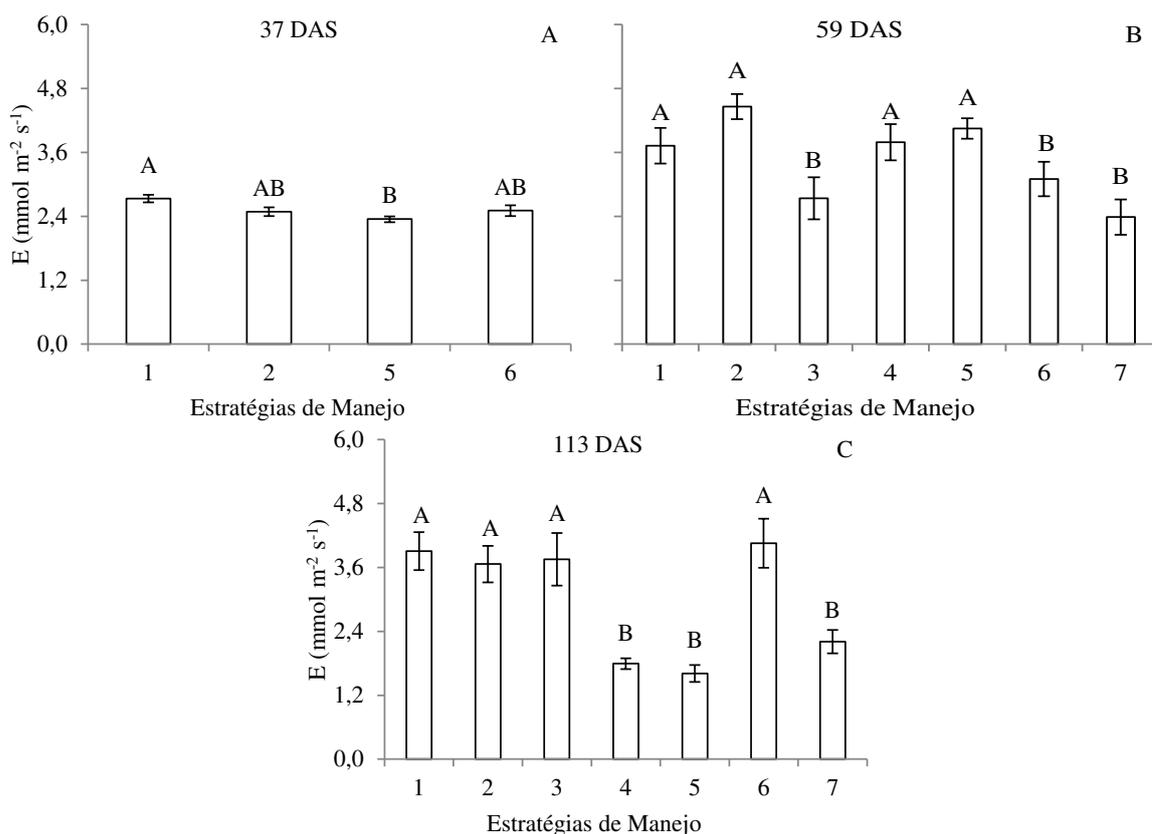


Figura 11. Teste de médias referente à transpiração (E) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

A transpiração foliar (E) das plantas submetidas a CE de $9,0 \text{ dS m}^{-1}$, foi reduzida significativamente aos 113 DAS (Figura 11C) apresentado valores em torno de 1,79; 1,60 e

2,20 mmol m⁻² s⁻¹, correspondendo a decréscimos de 54,18%, 58,22% e 43,53% em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade, plantas submetidas aos manejos T2, T3 e T6 apresentaram valores de 3,66; 3,75 e 4,05 mmol m⁻² s⁻¹, respectivamente, os quais não indicaram diferença significativa da estratégia T1 (3,90 mmol m⁻² s⁻¹). Este comportamento confirma os dados obtidos de gs (Figura 10) ratificando a importância de diferentes estratégias de manejo da salinidade no desenvolvimento do algodoeiro; com isto, ocorreu, provavelmente, melhoria nas condições hídricas do solo e, conseqüentemente, das plantas, possibilitando as trocas gasosas entre as plantas e o meio.

- **Taxa de assimilação de CO₂**

Em função da redução da condutância estomática (Figura 10) e da taxa transpiratória (Figura 11) nas folhas, a taxa de assimilação líquida foi comprometida quando as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade (Figura 12), destacando-se as estratégias T3, T6 e T7, notando-se os menores valores da taxa fotossintética líquida (12,78; 14,56 e 10,79 μmol m⁻² s⁻¹) quando comparadas as plantas irrigadas com água de baixa salinidade (16,28 μmol m⁻² s⁻¹), com reduções de 21,50%, 10,57% e 33,71%, respectivamente, aos 59 dias após a semeadura (Figura 12A). Hisiao (1993) afirma que as diferenças na transpiração entre plantas resultam de diferenças na eficiência do controle estomático, o que tem implicações para a eficiência de uso da água pelas plantas. O controle estomático da transpiração, entretanto, impõe limitações difusivas ao CO₂ que podem levar a um decréscimo na taxa fotossintética.

As plantas de algodoeiro estudadas aos 59 DAS sob as estratégias T2 e T5 e mesmo irrigadas com água de alta salinidade na fase vegetativa se destacaram com as maiores taxas fotossintética líquida de CO₂ em relação aos demais tratamentos, acompanhando a mesma tendência observada para condutância estomática e transpiração, com valores médios de 20,46 e 18,18 μmol m⁻² s⁻¹ (Figura 12A). Valores estes satisfatórios, pois, sendo o algodoeiro uma planta C₃, cujas taxas fotossintéticas dessas plantas variam entre 10 e 20 μmol m⁻² s⁻¹ (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Transcorridos 113 dias após a semeadura observou-se na (Figura 12B) que o estresse salino sucessivo nas fases vegetativa e de floração incremento de 85,31% nos valores de taxa de assimilação líquida de CO₂ das plantas, em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade (16,40 μmol m⁻² s⁻¹). Por outro lado, o valor de 'A' para os manejos T1, T2 e T3 não diferiu de forma significativa com valores médios de (13,99; 13,10 e 14,16 μmol m⁻² s⁻¹), tendo-se constatado diferença apenas quando comparadas as estratégias T4, T5 e T7 percebendo-se redução na taxa de fotossíntese líquida mais acentuada nos manejos T4 e T5

com redução percentual de 51,75 e 55,05% em relação à estratégia T6. Neves et al. (2009) e Silva et al. (2011) mencionam que a diminuição na taxa de fotossíntese é ocasionada pelo fechamento parcial dos estômatos associado ao efeito osmótico e à toxidez iônica sobre o metabolismo das plantas submetidas às condições de salinidade.

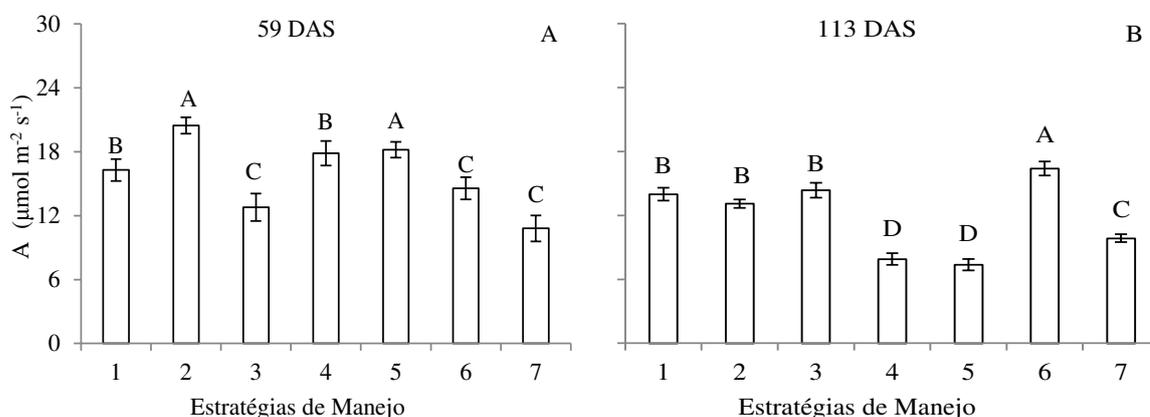


Figura 12. Teste de médias referente à taxa de assimilação de CO₂ (A) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, p<0,05

- **Eficiência instantânea no uso da água**

Em consonância com os resultados na condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO₂, verifica-se maior eficiência instantânea no uso da água (EUA) aos 113 DAS (Figura 13) nas plantas irrigadas sob as estratégias de manejo T4, T5, T6 e T7 na EUA em média de 4,69 [(μmol m⁻² s⁻¹) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] destacando-se, entre estas, os manejos T5 e T7, em que a planta de algodoeiro passou a utilizar a fotossíntese de modo mais eficiente em resposta à salinidade da água de irrigação (Figura 13).

Conforme Larcher (2000) a melhor relação entre absorção de CO₂ e perda de H₂O é alcançada quando os estômatos estão parcialmente fechados, situação que pode ser demonstrada no início da deficiência hídrica ocasionada pelo estresse salino, quando os dois processos de difusão são prontamente reduzidos e a relação fotossíntese/transpiração atinge os valores mais altos, indicando que os elevados valores de (A/E) encontrados em plantas de algodoeiro podem ser atribuídos ao fechamento parcial dos estômatos resultando, portanto, em uma tendência ao fechamento dos estômatos antes que ocorressem grandes alterações na fotossíntese líquida da planta.

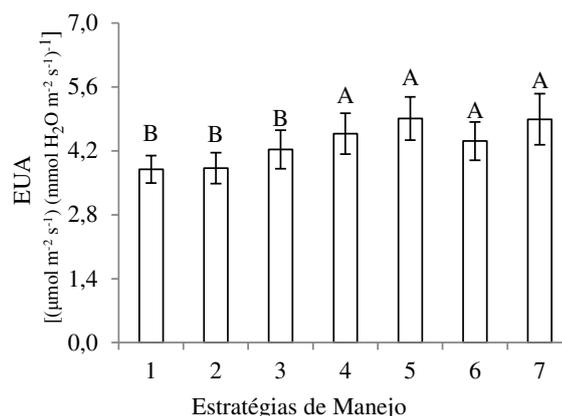


Figura 13. Teste de médias referente à eficiência instantânea no uso da água (EUA) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade, aos 113 DAS. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$

- **Concentração interna de CO₂**

Analisando a concentração interna de CO₂ (C_i) observam-se as maiores médias nas estratégias de manejo T2 e T5 com médias de 159, 92 e 161,03 μmol mol⁻¹; entretanto, não diferiram das estratégias T1 e T4 aos 59 dias após a semeadura (Figura 14A). Neste mesmo período as plantas sob os manejos T3, T6 e T7 tinham, ao final da fase de floração, uma concentração interna de CO₂ em média de 15,33%, 11,56% e 15,11% a menos, quando comparadas com a estratégia sem estresse salino. As reduções registradas na concentração interna de CO₂ refletem as diminuições constatadas na taxa de assimilação de dióxido de carbono, o que se justifica pelo fato de que, durante o processo de trocas gasosas, a absorção de CO₂ converge na perda de água e, em sentido contrário, a redução desta perda de água restringe a assimilação de dióxido de carbono e, conseqüentemente, converge em menor concentração interna de CO₂ (SHIMAZAKI et al., 2007).

Verifica-se, através da Figura 14B com relação à concentração interna de CO₂ em função das diferentes estratégias de manejo aos 113 DAS, que as maiores médias foram obtidas nas estratégias T1, T2, T3 e T6; destaca-se que uma concentração interna de CO₂ maior significa que o carbono não estava sendo metabolizado pelo aparato fotossintético podendo ser ocasionado pela condição de estresse salino ao qual essas plantas foram expostas na fase vegetativa e de floração.

Salienta-se que as plantas sob as estratégias de manejo T4 e T5, foram as menores médias em termos de concentração interna de CO₂ aos 123 DAS (Figura 14B), ressaltando-se, ainda, que naquela ocasião o manejo de água salina na fase de formação da produção interferiu negativamente na taxa de assimilação líquida de CO₂ (Figura 14B). Este decréscimo

em Ci também pode ser atribuído às menores condutâncias estomáticas, uma resposta comum das plantas ao estresse salino (PRAXEDES et al., 2010; SILVA et al., 2011). Os resultados obtidos nos manejos T4 e T5 com redução significativa da gs (Figura 10C) indicam que a ocorrência do estresse salino na fase final do ciclo da cultura resultou em sinalização química entre raízes e parte aérea que mediarão o fechamento estomático. Zeng et al. (2001) verificaram que a transpiração e a condutância estomática diminuem com a salinidade na rizosfera, provavelmente pela queda do potencial da água nas raízes ou pelo transporte de ácido abscísico para as folhas (JAMES et al., 2002).

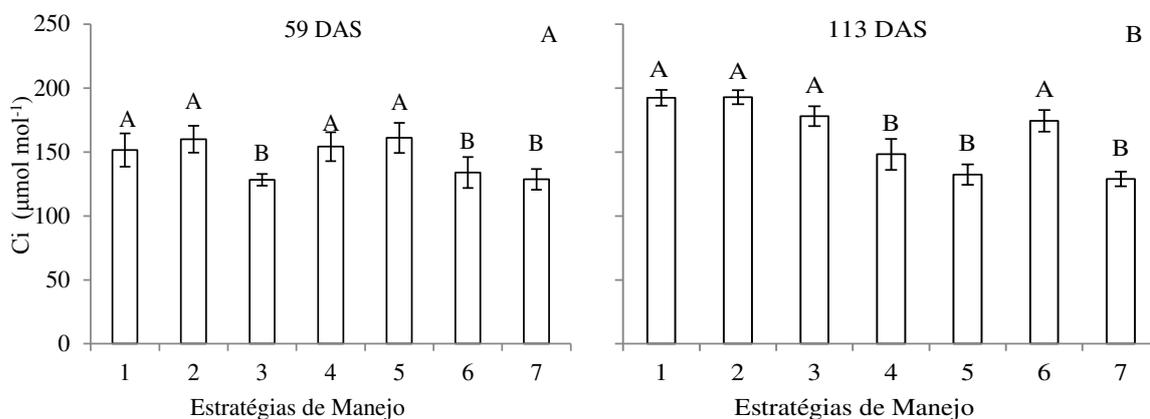


Figura 14. Teste de médias referente a concentração interna de CO₂ (Ci) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, p<0,05

Ao avaliar a concentração interna de CO₂ (Ci) em função dos genótipos de algodão estudados, verificou-se que as maiores médias foram observadas no genótipo BRS Topázio porém não diferiu estatisticamente do genótipo BRS Rubi (Figura 15), com valores de 172,39 e 164,65 μmol mol⁻¹, respectivamente. A menor concentração interna de CO₂ aos 113 DAS foi registrada para o genótipo BRS Safira, de 154,69 μmol mol⁻¹, ou seja, com reduções de 10,26 e 6,04% em relação aos demais genótipos de algodão, resultados esses inferiores aos encontrados por Ferraz (2012) com os mesmos genótipos; no entanto, em condição de campo em que os valores médios observados nos distintos genótipos foram 182,9; 210,2 e 223,7 μmol mol⁻¹ para ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’.

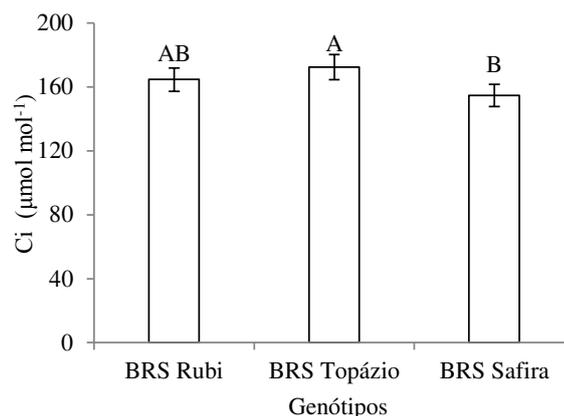


Figura 15. Teste de médias referente à concentração interna de CO₂ (Ci) de genótipos de algodão aos 113 DAS. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, p<0,05

- **Eficiência instantânea da carboxilação**

Destaca-se a eficiência instantânea da carboxilação (EiC) como forma de estudar os fatores não estomáticos que interferem na taxa fotossintética uma vez que este parâmetro possui estreita relação com a concentração intracelular de CO₂ e com a taxa de assimilação de CO₂ (KONRAD et al. 2005; MACHADO et al., 2010). Observam-se, assim, na Figura 16A e na maioria das variáveis fisiológicas estudadas, maiores médias nas estratégias T1, T2, T4, T5 e T6, notadamente quando as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade na fase vegetativa (T2) com valor médio de 0,13 [(μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹)⁻¹]. Desta forma, os menores valores médios são observados nas estratégias de manejo da salinidade T3 e T7, ressaltando que essas estratégias também foram relacionadas a um crescimento menor, indicando a ligação entre os dados e a importância dos estudos do comportamento fisiológico para diagnóstico precoce de condições de estresse em plantas.

Transcorridos 113 após a semeadura (Figura 16B) se observaram alterações no comportamento da eficiência instantânea da carboxilação em relação aos resultados obtidos aos 59 DAS, constatando-se os maiores valores médios em torno de 0,085; 0,098 e 0,080 [(μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹)⁻¹] nas estratégias T3, T6 e T7, sendo a menor EiC observada nas plantas sob as estratégias T1, T2, T4 e T5. De acordo com Neves (2008) essas reduções nos valores da EiC podem estar associadas às causas estomáticas e não estomáticas em virtude dos efeitos osmóticos e tóxicos, essas últimas decorrentes do acúmulo dos íons Na⁺ e Cl⁻ nos limbos foliares.

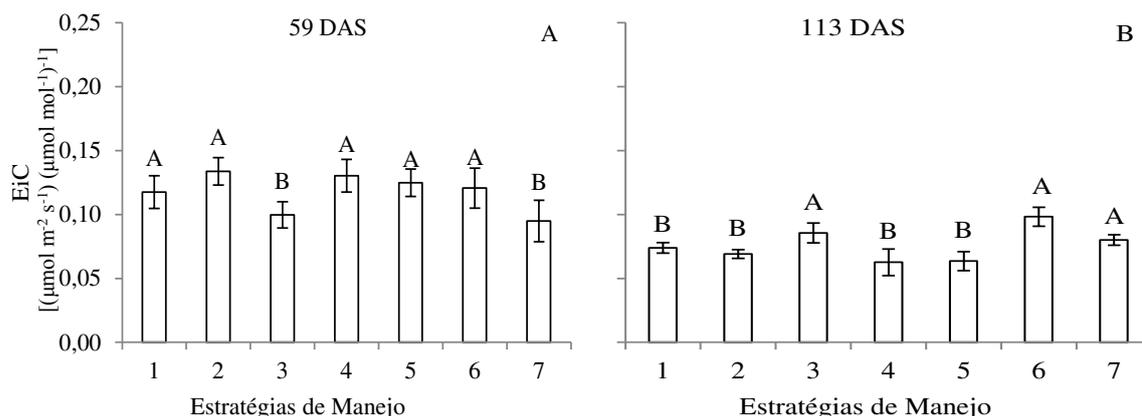


Figura 16. Teste de médias referente à eficiência instantânea da carboxilação (EiC) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Campina Grande, PB, 2014. Estratégias de manejo com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$

Os valores médios de EiC observados em ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’, foram 0,085 e 0,072 $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$. Esses valores foram superiores aos 0,070 $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$ observados na ‘Topázio’ em 7,62 e 2,76%, respectivamente (Figura 20), resultado relacionado ao fato de se ter identificado maior Ci nas plantas deste genótipo (Figura 17). É provável que este resultado seja reflexo de baixa assimilação de CO_2 , em relação ao CO_2 encontrado na câmara subestomática neste genótipo, pois é explicado que se Ci aumenta e há diminuição no consumo de CO_2 nos cloroplastos devido à redução na atividade fotossintética, a relação A/Ci também sofrerá redução.

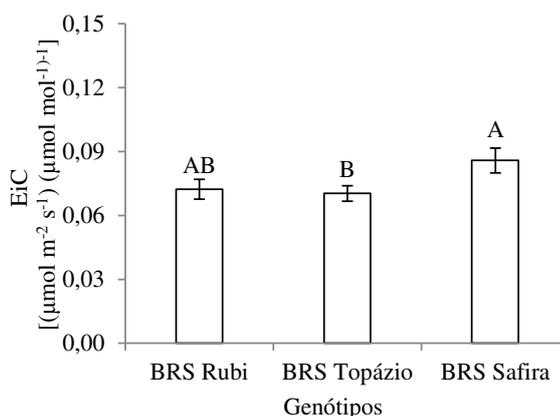


Figura 17. Teste de médias referente à eficiência instantânea da carboxilação (EiC) de genótipos de algodão aos 113 DAS. Campina Grande, PB, 2014. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$

Variações significativas nas trocas gasosas dos vegetais são bastante influenciadas pelas condições climáticas proeminentes dos diversos ecossistemas; não obstante, o suprimento nutricional possui estreita relação com variações nas trocas gasosas (TAIZ e ZEIGER, 2009). Esta afirmação, associada às características genéticas das cultivares, ratifica

a ocorrência de diferenças significativas entre as concentrações de carbono interno nas cultivares de algodoeiro.

5.3. Produção de fitomassa

Conforme o resultado da análise de variância exposto na Tabela 12, a interação entre os fatores estratégias de manejo da salinidade e genótipos influenciou, 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 as estratégias de manejo da salinidade e os genótipos de algodoeiro analisados tiveram diferenças significativas ($p < 0,01$) entre si, nas variáveis: fitomassa da folha, fitomassa do caule e fitomassa da parte aérea (Tabela 12). 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 12. Resumo das análises de variância para fitomassa seca foliar (FSF), fitomassa seca caulinar (FSC) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) aos 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		FSF	FSC	FSPA
Estratégias de Manejo (EM)	6	110,2788**	213,3069**	2106,6267**
Genótipos (G)	2	95,1630**	190,8673**	571,5422**
EM x G	12	9,4437 ^{ns}	20,7556**	91,7320**
Bloco	2	20,7883*	35,9706**	168,7509**
Erro	40	4,9593	5,4288	29,2038
CV (%)		8,49	12,81	7,82
Média Geral		26,2277	18,1906	69,0869

^{ns}, **, *: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura

Quanto às médias obtidas para as estratégias de manejo da salinidade, observa-se que o estresse salino reduziu a fitomassa da folha principalmente quando adotadas as estratégias T5, T6 e T7, sendo esses manejos resultantes na aplicação sucessiva do estresse em dois estádios fenológicos da cultura o que, possivelmente, comprometeu o acúmulo de FSF (Figura 18A). Dentre as fases fenológicas verificou-se que as plantas submetidas a estresse no estágio de floração (T3) e à formação da produção (T5) tiveram potencial reduzido no acúmulo de

fitomassa da folha com decréscimos, em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade de, 11,27% e 10,25%, respectivamente.

Nas estratégias sem estresse salino e com estresse salino na fase vegetativa foram observados os maiores acúmulos de fitomassa da folha (Figura 18A) constatando-se que o estresse salino na fase vegetativa da cultura não exerceu influência sobre a FSF; tendência semelhante aquela verificada para o número de folhas em que diferenças no NF nas plantas do tratamento T2 em relação às plantas sem estresse, foram diminuindo ao longo do ciclo da cultura. Uma vez que concentrações elevadas de sais podem ocasionar desbalanço nutricional e inibição da absorção de outros cátions pelo sódio (RHOADES et al., 2000) e, conseqüentemente, a fotossíntese, alocação e utilização de carbono, assim como o crescimento, são fortemente afetados pelos efeitos dos sais, de forma que a produção da fitomassa foi um bom critério para a avaliação do grau de estresse e da capacidade do algodoeiro em superar o estresse salino quando aplicado na fase vegetativa; como também observaram Flowers, et al. (1977) e Larcher (2000).

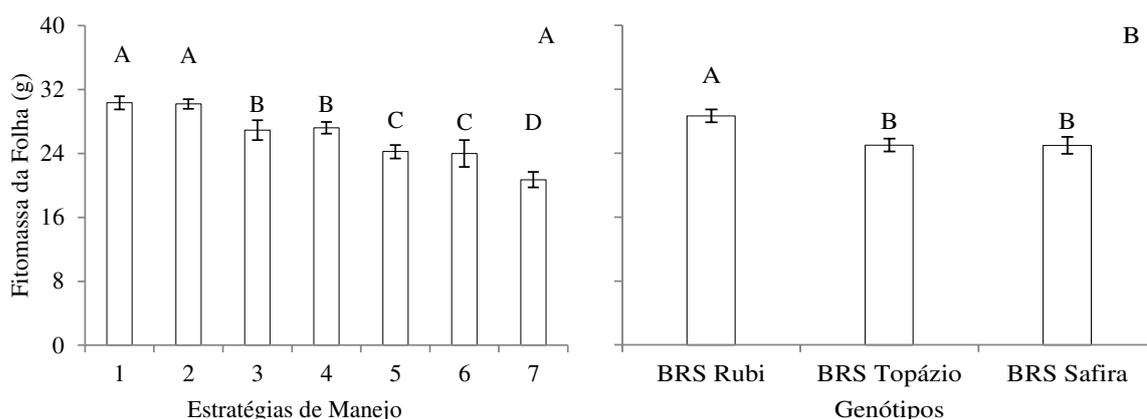


Figura 18. Teste de médias referente à fitomassa da folha (FSF) em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade (A) e de diferentes genótipos de algodão (B). Campina Grande, PB, 2014. Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,05$)

Quando os três genótipos foram estudados de forma isolada, notou-se que a ‘BRS Rubi’ acumulou maior fitomassa foliar (28,68 g por planta), diferindo das ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ que tiveram acúmulo de fitomassa foliar de 25,01 e 24,97 g por planta, respectivamente. Incrementos de 12,79% e 12,93% foram estimados na alocação de fitomassa foliar da ‘BRS Rubi’ quando comparada com os genótipos ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’. Ressalte-se que ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ não expressaram variação significativa entre si na alocação de fitomassa foliar (Figura 18B). Em trabalho com algodoeiro de fibra colorida Carvalho et al. (2011) ressaltaram que existem características divergentes entre cultivares de

algodoeiro colorido, justificando o fato das cultivares de algodoeiro ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ terem expressado diferenças significativas na variável fitomassa de folha.

Procedendo ao desdobramento estatístico do efeito do fator genótipos dentro das estratégias de manejo estudadas verificou-se que quando os três genótipos foram conduzidos sem aplicação da água salinizada que a ‘BRS Safira’ acumulou maior fitomassa de caule (30,57 g por planta), diferindo das ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’; que tiveram acúmulo de fitomassa de caule de 24,40 e 19,26 g por planta, respectivamente. Foram estimados incrementos de 20,18% e 36,99% na alocação de fitomassa de caule da ‘BRS Safira’ quando comparada com os genótipos ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’ (Tabela 13).

Nas estratégias T2, T3 e T4 os genótipos de algodoeiro diferiram entre si de forma significativa para a variável fitomassa do caule (Tabela 13). Dentre os genótipos avaliados nessas estratégias, o que alocou maior fitomassa de caule (29,26; 19,73 e 25,56 g por planta, respectivamente) foi a ‘BRS Safira’. A ‘BRS Topázio’ alocou menor quantidade de fitomassa do caule (16,41 g por planta) na estratégia T2, não diferindo do ‘BRS Rubi’ nas estratégias T3 e T4. Os genótipos de algodoeiro ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ não expressaram diferenças significativas entre si quando se analisou a fitomassa do caule das plantas cultivadas sob as estratégias (A2B1C2), (A2B2C1) e (A1B2C2) conforme observado na Tabela 13.

O comportamento das plantas cultivadas com a estratégia T2 foi semelhante àquelas cultivadas na ausência do estresse salino, sendo evidenciada maior fitomassa da parte aérea por planta (93,42 g por planta) na cultivar ‘BRS Safira’, não diferindo estatisticamente dos valores encontrado na ‘BRS Rubi’ (90,48 g por planta). Não foi verificada variação significativa na fitomassa da parte aérea por planta dos genótipos ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ quando cultivadas sob os manejos T4, T5 e T7 (Tabela 13).

As plantas submetidas a estresse salino durante a floração e formação da produção, tiveram reduções no acúmulo de fitomassa da parte aérea em relação às plantas sem aplicação de estresse salino (A1B1C1) sendo importante salientar que as plantas sob a estratégia T7 (45,75%) tiveram reduções acentuadas em comparação com as demais estratégias de manejo, uma vez que nessa estratégia as plantas foram irrigadas com água salinizada (9 dS m⁻¹) durante as fases de floração e formação da produção caracterizando, desta maneira, um estresse acumulativo entre fases, o que pode estar associado à expressiva redução no FSPA (Tabela 13).

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).

Tabela 13. 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 aos 113 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

Estratégias de Manejo	Genótipos		
	BRS Rubi	BRS Topázio	BRS Safira
Fitomassa do Caule			
T1- A1B1C1	24,406 aB	19,264 aC	30,570 aA
T2- A2B1C1	22,423 aB	16,419 aC	29,268 aA
T3- A1B2C1	18,773 bAB	14,435 bB	19,733 cA
T4- A1B1C2	17,792 bB	19,537 aB	25,567 bA
T5- A2B1C2	13,817 cA	16,526 aA	17,597 cA
T6- A2B2C1	14,631 cA	12,527 bA	15,250 dA
T7- A1B2C2	10,573 cA	10,411 bA	12,474 dA
Fitomassa da Parte Aérea			
T1- A1B1C1	94,685 aA	77,734 aB	95,874 aA
T2- A2B1C1	90,487 aA	77,112 aB	93,428 aA
T3- A1B2C1	84,887 aA	63,546 bB	71,566 bB
T4- A1B1C2	65,741 bA	63,023 bA	70,255 bA
T5- A2B1C2	54,098 cA	56,687 bA	54,845 cA
T6- A2B2C1	71,786 bA	60,387 bB	59,095 cB
T7- A1B2C2	52,493 cA	44,678 cA	48,405 cA

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejo (Scott-Knott, $p < 0,05$) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,05$), respectivamente; Estratégias de Manejo: A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade nas fases.

5.4. Componentes de produção

Observa-se, na Tabela 14, efeito significativo do fator estratégias de manejo da salinidade e dos genótipos de algodão sobre a massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma. Em relação à interação entre os fatores (estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodão) constatou-se haver efeito significativo apenas em relação à variável número de dias, para antese e massa do algodão em pluma, aos 113 DAS (Tabela 14) denotando que as estratégias de manejo da salinidade se comportaram de maneira semelhante, em diferentes genótipos de algodão estudados.

Tabela 14. Resumo das análises de variância para número de dias para antese, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma aos 113 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro. Campina Grande, 2014

Fontes de variação	GL	NDANT	MASSA/ALG CAROÇO	MASSA/ALG PLUMA
Estratégias de Manejo (EM)	6	4,932 ^{ns}	29205,163 ^{**}	4710,777 ^{**}
Genótipos (G)	2	4,608 ^{ns}	5389,677 ^{**}	4618,920 ^{**}
EM x G	12	5,170 [*]	406,921 ^{ns}	136,253 [*]
Bloco	2	16,5133 ^{**}	44,154 ^{ns}	6,396 ^{ns}
Erro	40	2,3465	308,221	55,580
CV (%)		3,03	10,33	11,55
Média Geral		50,619	169,874	64,555

^{ns, **, *} não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste ‘F’ e DAS = dias após a semeadura

Realizando o desdobramento do efeito isolado dos genótipos em estratégia de manejo da salinidade sobre o número de dias para antese, observa-se que nas estratégias T1, T2, T3, T5 e T6 os genótipos não diferiram entre si (Tabela 15).

Por outro lado, é possível observar diferenças entre os genótipos nas estratégias T4 e T7; com essas estratégias, o genótipo que expressou maior número de dias para antese (52,55 e 55,66 dias), respectivamente, foi a ‘BRS Rubi’ contrastando com a ‘BRS Topázio’ que expressou 49,88 e 48,88 dias. A diferença percentual estimada entre os genótipos ‘BRS Topázio’ de (5,91% e 7,17%) e para a ‘BRS Safira’, foi de (4,64% e 3,58%) (Tabela 15). Costa et al. (2008) verificaram efeito do estresse salino sobre a duração da fase de crescimento do amaranth constatando que o aumento da salinidade da água de irrigação (0 a 4,5 dS m⁻¹) contribuiu para retardar o tempo médio de início de floração; destaca-se, ainda, que os programas brasileiros de melhoramento genético buscam selecionar genótipos de algodão cada vez mais precoces, visando à máxima eficiência de produção.

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.

Tabela 15. Médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o número de dias para antese e massa do algodão em pluma aos 113 dias após a semeadura. Campina Grande, PB, 2014

Estratégias de Manejo	Genótipos		
	BRS Rubi	BRS Topázio	BRS Safira
Número de dias para antese			
T1- A1B1C1	49,222bA	49,777aA	51,444aA
T2- A2B1C1	51,111aA	49,666aA	52,444aA
T3- A1B2C1	48,888bA	49,444aA	49,222aA
T4- A1B1C2	52,555aA	49,444aB	50,111aAB
T5- A2B1C2	52,000aA	51,000aA	51,111aA
T6- A2B2C1	49,555bA	52,333aA	51,333aA
T7- A1B2C2	52,666aA	48,888aB	50,777aAB
Massa do algodão em pluma			
T1- A1B1C1	84,333 aB	125,333 aA	87,666 aB
T2- A2B1C1	73,333 aB	114,666 aA	81,000 aB
T3- A1B2C1	54,666 bC	90,333 bA	72,000 aB
T4- A1B1C2	44,666 cB	63,000 cA	49,666 bAB
T5- A2B1C2	40,333 cB	62,666 cA	43,333 bB
T6- A2B2C1	42,000 cB	68,000 cA	43,000 bB
T7- A1B2C2	34,333 cA	45,666 dA	35,666 bA

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejo (Scott-Knott, $p < 0,05$) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,05$), respectivamente; Estratégias de Manejo: A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade nas fases.

Para a massa do algodão em pluma aos 113 dias após a semeadura, os maiores valores foram observados no genótipo ‘BRS Topázio’ independente da estratégia de manejo adotada, embora esses valores não tenham diferido de forma significativa das ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’, fato observado na estratégia T7. Com relação às estratégias de manejo da salinidade as maiores médias quanto à massa do algodão em pluma, foram obtidas nas estratégias T1 e T2. Salienta-se que as plantas irrigadas conforme a estratégia T3 estavam entre as maiores médias para o genótipo ‘BRS Safira’ constatando-se em torno de 72 g por planta, enquanto que as menores foram apresentadas pelos tratamentos T4, T5, T6 e T7 (Tabela 15).

Por meio dos resultados obtidos no presente trabalho observa-se que o efeito da salinidade sobre a produção do algodoeiro em pluma está relacionado à aplicação do estresse nas fases de floração e formação da produção. 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).

Com base nos resultados do teste de média das estratégias de manejo de aplicação de águas salinas para a massa do algodão em caroço (Figura 19A) constata-se que o tratamento T1 (A1B1C1) foi estatisticamente superior aos demais tratamentos, com valor em torno de 253,09 g por planta, seguido por T2 (227,81 g) e T3 (201,71 g), sendo as menores produções obtidas nas estratégias T4, T5, T6 e T7 com reduções, quando comparadas ao manejo com água de baixa salinidade, de 45,92%, 50,53%, 45,26% e 58,24%, respectivamente, destacando-se que a estratégia T7 resultou em menor peso do algodão em caroço podendo-se constatar maior sensibilidade do algodoeiro quando submetido ao estresse salino sucessivamente nas fases de floração e formação da produção.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Cavalcante et al. (2005) que, trabalhando com duas cultivares de algodão, CNPA-7H e colorido marrom BRS-200, sob irrigação com águas salinizadas, verificaram que o rendimento de ambas as cultivares foi comprometido com salinidade da água superior a 3,1 dS m⁻¹. Andrade (1996) também constatou um decréscimo de 19% na produção em caroço do algodoeiro cultivado em solo com 8 dS m⁻¹ em relação a um solo com baixo valor de CE; Este efeito prejudicial foi ocasionado pelo o aumento da salinidade que, certamente, diminuiu o potencial osmótico da solução do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes, aliado ao fato de terem sido acumulados íons Na⁺ e Cl⁻ nas folhas, predominante tanto da água de irrigação quanto do teor alto de Na⁺ que havia no solo (Apêndice 1) classificado como salino-sódico ao final do ciclo.

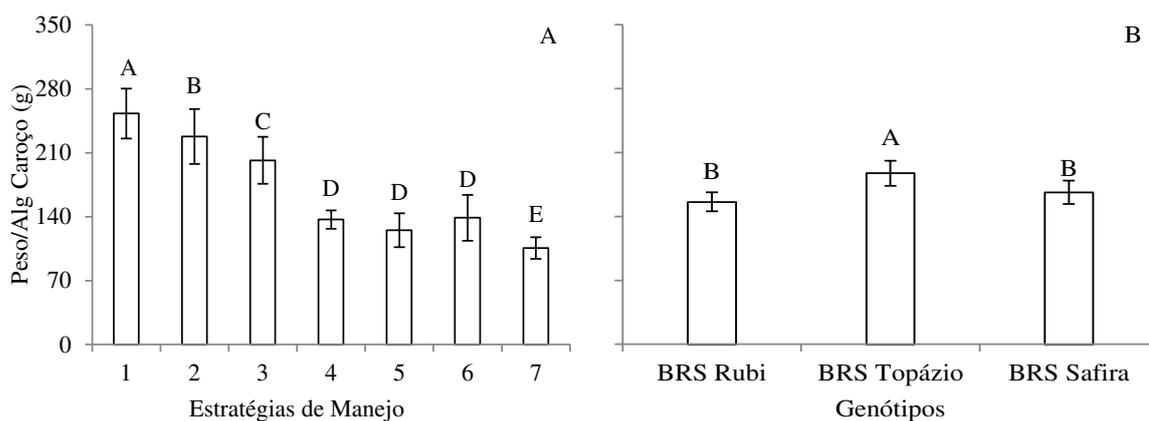


Figura 19. Teste de médias referente ao peso do algodão em caroço em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade (A) e genótipos de algodão (B). Campina Grande, PB, 2014. Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,05$)

Para a massa do algodão em caroço em função de diferentes genótipos de algodão (Figura 19B) verifica-se que a ‘BRS Topázio’ expressou maior acúmulo no peso do algodão em caroço (187,36 g por planta) tendo este valor superado em 16,78% e 11,22% os valores

155,91 e 166,34 g por planta obtida na ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’, respectivamente, resultados esses divergentes dos encontrados por Ferraz (2012) que, avaliando o comportamento de genótipos de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício via foliar, encontrou valores inferiores em termo de peso do algodão em caroço cujo valores para ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ foram 116,6, 131,7 e 98,5 g por planta, respectivamente; nos tratamentos sem aplicação foliar de silício, essa diferença pode estar associada ao fato deste experimento ter sido conduzido em condições de campo.

6. CONCLUSÕES

- Dentre os genótipos, o ‘BRS Rubi’ é o mais sensível à salinidade da água de irrigação (CEa de 9 dS m^{-1}), independente do estágio de desenvolvimento.
- A aplicação sucessiva da água salina na floração e na formação da produção é prejudicial ao crescimento e ao desenvolvimento e não há recuperação das plantas após suspensão do estresse.
- A irrigação com água salina nas fases iniciais do desenvolvimento pode ser utilizada no cultivo do algodoeiro com as menores perdas na produção em pluma.
- A produção do algodão em caroço é mais afetada pela salinidade aplicada tanto na fase de floração e como na formação dos capulhos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUL-NAAS, A.A.; OMRAN, M.S. Salt-tolerance of seventeen cotton cultivars during germination and early seedling development. *Zeitschrift fur Acker-Und.*, v.140, n.3, p.229-236, 1974.
- AHMAD, S.; KHAN, N.; IQBAL, M.Z.; HUSSAIN, A.; HASSAN, M. Salt tolerance of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, v.1, p.715-719, 2002.
- ANDRADE, R.M. Comportamento do algodoeiro sob duas formas de aplicação e diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. 87f. (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1996.
- ANDRADE JÚNIOR, E.R.; GALBIERI, R.; VILELA, P. A.; FERRARI, S.; BOLDT, A. F. Controle químico da mancha de *Ramularia* (*Ramularia areola*) 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.
- ARAÚJO FILHO, J. B. de. Efeitos de diferentes níveis de salinidade de solo na composição química da folha e crescimento de cultivares de bananeira (*Musa* sp.). (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB. 1991.
- ASHRAF, M.; AHMAD, S. Genetic effects on yield components and fibre characteristics in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivated under salinized (NaCl) conditions. *Agronomie*, v.20, n.8, p.917-926, 2000.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J.A. A qualidade da água na irrigação do trópico semi-árido - um estudo de caso. In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação. Recife, Anais... Recife: CNPq, SUDENE, 1995, p.147-153.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29).
- BRADY, N.; BUCKMAN, H.C. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S. A., 1983. 647p.
- BARROSO, A.A.F.; GOMES, G.E.; LIMA, A.E.O.; PALÁCIO, H.A.Q.; LIMA, C.A. de. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.6, p.588-593, 2011.

- BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. Oleaginosas e seus Óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 28p. (Documentos, 201).
- BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G. Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro. In: Algodão: tecnologia de produção/Embrapa Algodão. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 35-53p.
- BELTRÃO, N.E.M. Algodão e a Agroenergia. Revista Cotton Business, v.1, n.3, p.26-28. 2007.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- BERNSTEIN, L.; HAYWARD, H.E. Physiology of salt tolerance. Annual Review of Plant Physiology, v.9, s.n., p.25-46, 1958.
- BHUMBLA, D.R.; ABROL, I.P. Saline and sodic soils. In: Soils and Rice. Proceedings of the IRRI Symposium on Soils and Rice. International Rice Research Institute. 1978. p.719-738.
- BIGGAR, J.W.; ROLSTON, D.E.; NIELSOEN, D.R. Transport of salts by water. California Agriculture, v.38, n.10, p.10-11. 1984.
- BLACK, C.A. Salinidad y exceso de sodio. In: BLACK, C. A. Relaciones suelo-planta. 2ª ed. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sul, v.1, p.391-444, 1975
- 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.
- CARVALHO, L.P. de; ARAUJO, G.P. de; J.N. da. 'BRS Rubi', 5 ed. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2007. Folder.
- CARVALHO, L.P. de; ARAUJO, G.P. de; VIEIRA de R.M.; BELTRÃO, N.E. de M.; COSTA, J. N. da. 'Folder BRS Safira'. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2009.
- CARVALHO, M. da C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). Algodão no cerrado do Brasil. 2ª ed. rev. ampl. Aparecida de Goiânia: Mundial Gráfica, 2011. p.677-752
- CAVALCANTE, L.F.; SANTOS, C.J.O.; CAVALCANTE, I.H.L.; FEITOSA FILHO, J.C.; ZANINI, J.R. Qualidade da água para irrigação e fertirrigação. Areia: UFPB, 2001. 17p. Boletim Científico 7.

- CAVALCANTE, I.H.L.; OLIVEIRA, F.A. de; CAVALCANTE, L.F.; BECKMANN, M.Z.; CAMPOS, M.C.C.; GONDIM, S.C. Crescimento e produção de duas cultivares de algodão irrigadas com águas salinizadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.108-111, 2005. Suplemento.
- CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, v.103, n.4, p.551-560, 2009.
- CHEESEMAN, J. M. Mechanisms of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Physiology*. v.87, n.3, p.547–550, 1988.
- COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Moderna. 1982. 368p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos, Safra 2012/ 2013. Oitavo Levantamento, 2011. Brasília: CONAB, 2013.
- CONTRERAS, A.M.; ELIZONDO, M.S. Relaciones agua-suelo-planta-atmosfera. México: Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Enseñanza Investigación y Servicio en Irrigación 2. ed. 1980, 22p.
- 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.
- CORRÊA, J.R.V. Algodoeiro: informações básicas para seu cultivo. Belém: EMBRAPA-UEPAE Belém, 1989. 29p. (EMBRAPA-UEPAE Belém. Documentos, 11).
- COSTA, D.M.A.; MELO, H.N.S.; FERREIRA, S.R.; DANTAS, J.A. Conteúdo de N, P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ no amaranto (*Amaranthus* spp) sob estresse salino e cobertura morta. *Revista Ciência Agronômica* v.39, n.2, p.209-216, 2008.
- CURTIS, P.S.; LAUCHLI, A. Responses of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) salt stress: germination and vegetative growth. *Crop Science*, v.25, p.94-99, 1985.
- DAKER, A. Irrigação e Drenagem. A água na agricultura, vol.3º, 7ª ed. Rio de Janeiro. Freitas Bastos. 1988.
- DINIZ, A.F. Efeito da salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.). 30p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE. 1979.

- DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. Influência da pré-hidratação das sementes de algodão na resposta do teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.13, n.2, p.45-52, 2009.
- EL-SWAIFY, S. A. Soil and water salinity. In: SILVA, J. A.; UCHIDA, R. (Ed.). *Plant nutrient management in Hawaii's soils, approaches for tropical and subtropical agriculture*. Manoa: University of Hawaii, 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Cultivo do algodão irrigado. *Sistemas de Produção 3*. 2ª edição. Versão Eletrônica. Set/2006. disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>: Acesso em 30 de agosto de 2013.
- EMBRAPA. Sistema de Produção. Cultivo do algodão herbáceo na agricultura familiar. 2ª ed. versão eletrônica, set. 2006. disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br> acesso em: julho de 2013.
- 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”. Campina Grande, 2011. 2p. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnico, 17).
- 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.
- FERRAZ, R.L. DE S. Crescimento, fisiologia e produção do algodoeiro sob efeito do silício via foliar. 130f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2012.
- FERREIRA, D.F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, p. 32, 2003.
- FERREIRA, S.M. Efeito do silício na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.): Aspectos bioquímicos, qualidade de fibra e produtividade. 68 f. (Doutorado em Ecologia Aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2008.
- FLOWERS, T. J., TROKE P. F., YEO A. R. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review Plant Physiology*, v.28, s.n., p.89–12, 1977.
- FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- FRANCOIS, L. E., GRIEVE, M. C.; MAAS, E. V.; LESCH, S. M. Time of salt stress affects growth and yield component of irrigated wheat. *Agronomy Journal*, v.86, n.1, p.100–107, 1994.

- FREIRE, E.C. Características e Potencialidades do Algodão Colorido do Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL TÊXTIL/CONFECÇÃO. Rio de Janeiro, Anais. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, p.16-22, 1995.
- FREIRE, E.C. História do algodão no Cerrado. In: FREIRE, E.C. (Ed.). Algodão no Cerrado do Brasil (pp 23-61). Brasília: ABRAPA. 2011.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos. Mossoró: ESAM, 1991. 70 p.
- GHEYI, H.R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JÚNIOR., R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. 329-46 p.
- GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annual Review of Plant Physiology, v.31, s.n., p.149-190, 1980.
- GRIMES, D.W.; CARTER, L.M. A linear rule for direct nondestructive leaf área measurements. Agronomy Journal, v.3, n.61, p.477-479, 1969.
- GURGEL, T. M.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SANTOS, F.J. DE S.; BEZERRA, I.L.; NOBRE, R.G. Estresse salino na germinação e formação de porta-enxerto de aceroleira. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.1, p.31-36, 2003.
- HANIF, M.; NOOR, E.; MURTAZA, N.; QAYYUM, A.; MALIK, W. Assessment of variability for salt tolerance at seedling stage in *Gossypium hirsutum* L. Journal of Food Agriculture and Environment, v.6, n.1, p.134-138, 2008.
- HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; ZHU, J.K.; BONNERT, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, v. 51, s.n., p. 463-499, 2000.
- HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil - agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. (eds). Reúso de água. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. SP: Manole, 2003. cap.3, p.37-95.
- HSIAO, T.C. Growth and productivity of crops in relation to water status. Acta Horticulturae, v.335, s.n., p.137-147, 1993.
- JÁCOME, A.G. Crescimento e produção de genótipos de algodoeiro em solo salino-sódico. 127p. (Dissertação Mestrado), Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, PB. 1999.

- JÁCOME, A.G.; OLIVEIRA, R.H.P.; FERNANDES, 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.; Fernandes, P.D.; Gonçalves, A.C.A.; Amaral, H.F. Tolerância do algodoeiro em diferentes estádios irrigado com água salina. In: 5° CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2005, Campina Grande. Anais... Campina Grande, PB: EMBRAPA, 2005. CD-ROM.
- JAFRIA, Z., AHMAD, R., Plant growth and ionic distribution in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under saline environment. *Pakistan Journal of Botany*, v.26, n.1, p.105–114, 1994.
- JAMES, R.A.; RIVELLI, A.R.; MUNNS, R.; VON CAEMMERER, S. Factors affecting CO₂ assimilation, leaf injury and growth in salt-stressed durum wheat. *Functional Plant Biology*, v.29, n.12, p.1393-1403, 2002.
- JESCHKE, W. D.; PATE, J. S. Cation and chloride partitioning through xylem and phloem within the whole plant of *Ricinus communis* L. under conditions of salt stress. *Journal of Experimental Botany*, v.42, n.9, p.1105-1116, 1991.
- KAMPHORST, A., BOLT, G.H. Saline and sodic soils. In: BOLT, G.H.; BRUGGENT, M.G.M. (eds.) *Soil chemistry*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, p.171-191. (Development in Soil Science, 5A) 1976.
- KHAN, A.N.; QURESHI, R.H.; AHMAD, N.; RASHID, A. Response of cotton cultivars to salinity at various growth development stages. *Sarhad Journal of Agriculture*, v.11, s.n., p.729-731, 1995.
- KHAN, T.M.; SAEED, M.; MUKHTAR, M.S.; KHAN, A.M. Salt tolerance of some cotton hybrids at seedling stage. *International Journal of Agriculture and Biology*, v.3, n.2, p.188-191, 2001.
- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. *Bragantia*, v.64, n.3, p.339-347, 2005.
- KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVET, Y. Quality of irrigation water. In: KOVDA, V. A.; BERG, C. V.; HAGAN, R. M. (eds.) *International source book on irrigation, drainage and salinity*. London: HUTCHINSON/FAO/UNESCO, cap.7, p.177-205, 1973.
- KUSVURAN, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). *African Journal Agricultural Research*, v.7, n.5, p.775-781, 2012.

- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal, São Carlos: Rima artes, 2004. 531p.
- LAUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: TANJI, K.K. (ed). Agricultural salinity assessment and management. ASCE manuals and reports on engineering practice, cap.6, p.113–137, 1990.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R.L.V.; ALMEIDA, R.S.; GODOY, L.J.G.; MARCHESE, J.A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. Horticultura Brasileira, v.21, n.2, p.1-4. 2003.
- LI, G. WANB, S.; ZHOUA, J.; YANGA, Z.; QINA, P. Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings to salt stress levels. Industrial Crops and Products, v.31, n.1, p.13-19, 2008.
- LIMA, L.H.G. de M. Qualidade fisiológica de sementes de genótipos de algodoeiro sob estresse salino. 54f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 2007.
- LONGENECKER, D.E. The influence of high sodium in soil upon fruiting and shedding, boll characteristics, fiber properties and yields of two cotton species. Soil Scientia, v.118, p.387-396, 1974
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division of ASCE, v.103, n.1, p.15-134, 1977.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J.; CHABA, G.D.; SHANNON, M.C. Salt sensitivity of corn at various stages. Irrigation Science, v.4, n.1, p.45-57, 1983.
- MAAS, E.V.; POSS, J.A. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. Irrigation Science, v.10, n.1, p.29-40, 1989.
- MAAS, E.V. Crop salt tolerance. In: TANJI, K. K. (ed.) Agricultural salinity assessment and management manual. New York: ASCE, cap.13, p.262-304, 1990.
- MAAS, E.V.; GRATTAN, S.R. Crop yields as affected by salinity. In: SKAGGS, R. W.; VAN SCHILFGAARDE, J. (ed.). Agricultural drainage. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1999. cap.3, p.55-108.
- 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 laranjeira ‘valência’. Revista Brasileira de Fruticultura, v.32, n.2, p.351-359, 2010.

- MAGALHÃES FILHO, J. R.; AMARAL, L. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira 'valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. *Bragantia*, v.67, n.1, p.75-82, 2008.
- MEDEIROS, J.F. de. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos estados do RN, PB e CE. 173f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande, PB, 1996a.
- MEDEIROS, E.V. de. Efeitos da salinidade na água de irrigação sobre a germinação, vigor de sementes e desenvolvimento de plantas de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. latifolium Hutch). 51p. (Monografia de graduação), Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 1996b.
- MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R. Manejo do sistema solo-água-plantas 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.
- MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R.A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M.J.; ALVES, L.P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.469-472, 2003.
- MEDEIROS, J. F. DE; NASCIMENTO, I. B.; GHEYI, H. R. Manejo do solo-água-plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. 2010, parte-IV, p.279-302
- 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.
- MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant response to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.13, n.1, p.143-160, 1986.
- MUSCOLO, A.; PANUCCIO, M.R.; SIDARI, M. Effects of salinity on growth, carbohydrate metabolism and nutritive properties of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hoscht). *Plant Science*, v. 164, n.6, p.1.103-1.110, 2003.

- NEVES, A.L.R. Irrigação do feijão-de-corda com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento e seus efeitos na planta e no solo. 120 f. Dissertação (Mestrado em irrigação e drenagem) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- 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. *Revista 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 (*Gossypium hirsutum* L. Raça latifolium Hutch.) em função da salinidade e umidade do solo. 96f. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.
- OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, M. K. T. de; LIMA, C. J. G. de S.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. de; Amâncio, M. das G. Desenvolvimento inicial do milho pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.2, p.149-155, 2009.
- ORCUTT, D.M.; NILSEN, E.T. *Physiology of plants under stress – Soil and biotic factors*. New York: John Wiley, 2000. 398p.
- OSTER, J. D., Irrigation with poor quality water. *Agricultural water management*, v.25, s.n., p.271–279. 1994.
- OZYIGIT, I.I. In vitro shoot development from three different nodes of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, v.37, n.9, p.74-78, 2009.
- PARIDA, A.K.; DAS, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.60, n.3, p.324-349, 2005.
- PEREIRA, E.R. de L. Tolerância de genótipos do algodão colorido ao estresse salino. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, PB, 2012.
- PERES, L.E.P.; KERBAUY, G.B. Controle hormonal do desenvolvimento das raízes. *Universa*, v.8, s.n., p.181-195, 2000.
- PIZARRO, F. *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. Madrid: Editorial Agrícola, Española, 1985. 521p.

- PRAXEDES, S.C.; LACERDA, C.F.; DAMATTA, F.M.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. Salt tolerance is associated with differences in ion accumulation, biomass allocation and photosynthesis in cowpea cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, v.196, n.3, p.193-204, 2010.
- QUEIROZ, S.O.P. de.; BULL, L.T. Comportamento de genótipos de algodão herbáceo em função da salinidade do solo. *Revista Irriga*, v.6, n.2, p.124-134, 2001.
- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48)
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado.
- RIBEIRO, F.L. Efeito do sódio no desenvolvimento do algodoeiro mocó (*Gossypium hirsutum* L.). 109f. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 1982.
- RIBEIRO, G. M.; MAIA, C. E.; MEDEIROS, J. F. Uso da regressão linear para estimativa da relação entre a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.1, p.15-22, 2005.
- RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.
- RICHARDS, L.A. Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos. 6ª ed. México, 1980. 160p. (Manual de Agricultura, 60).
- RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A.; Aspéctos sócio-econômicos do algodoeiro: In: Embrapa Agropecuária Oeste. Algodão: tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p.13-34.
- 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.
- RUSSELL, E. W.; RUSSELL, E. J. Soil conditions and plant growth. 10ª ed. Longmans Green, 1973. 849 p.
- SALIH, H.M.; ABDUL HALIM, R.K. Effects of levels of two dominant salt types in Iraq on some components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield. *Journal of Agriculture and Water Resources Research*. v.4, n.1, p.1-14, 1985:

- SEAGRI- Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Cultura do Algodão. disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/Algodao.htm>>acesso em: agosto de 2013.
- SETTI, A. A., LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 2. Ed. Brasília: ANEEL/SIH, 207p. 2001.
- SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. *Annual Review of Plant Biology*, v.58, s.n., p.219-247, 2007.
- SILVA, G.A. Efeito do estresse salino sobre o crescimento, estado hídrico e nutricional do algodão. (Monografia de graduação). Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 1996.
- 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.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, F.P.; MELO, N.F.; AZEVEDO NETO, A.D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany*, v.63, s.n., p.147-157, 2008.
- SILVA, E.N.; RIBEIRO, R.V.; FERREIRA- SILVA, S.L.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. *Scientia Agricola*, v.68, n.1, p.62-68, 2011.
- SILVA, F. L. B; LACERDA, C. F; SOUSA, G. G; NEVES, A. L. R; SILVA, G. L; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.4, p.383–389, 2011.
- SILVEIRA, J.A.G.; SILVA, S.L.F.; SILVA, E.N.; VIÉGAS, R.A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C. F. (editores). *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. 1. ed. Fortaleza: INCTSal. cap.11, p.161-18. 2010.
- SIQUEIRA, E. da C. Crescimento e produção do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26 sob estresse salino. 57p. (Dissertação Mestrado), Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. 2003.
- SIQUEIRA, E.C.; GHEYI, H.R.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, F.A.L.; BARROS JÚNIOR, G.; CAVACALTI, M.L.F. Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, Suplemento, p.363-367, 2005.
- SMEDEMA, L.K.; RYCROFT, D.W. *Land drainage: Planning and design of agricultural drainage systems*. London: Bastfort, 1988. 376p.

- SUBBARAO, G. V.; JOHANSEN, C. Strategies and scope for improving salinity tolerance in crop plants. In: PESSARAKLI, M. Handbook of Plant and Crop Stress, Revised and Expanded. Marcel Dekker Inc, 2^a ed., p.1069–1087. 1999:
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, n.3, p.503-527, 2003.
- VIANA, S.B.A. Estresse salino na germinação, fase de muda e produção de alface (*Lactuca sativa* L.). 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, PB, 2000.
- VIANA, A.P.; BRUCKNER, C.H.; MARTINEZ, H.E.P.; HUAMAN, C.A.M.; MOSQUIM, P.R. Teores de Na, K, Mg, e Ca em porta-enxertos de videira em solução salina. *Scientia Agrícola*, v.58, n.1, p.187-191, 2001.
- VIDAL NETO, F. das C.; ANDRADE, F.P. de; SILVA FILHO, J.L. da; CARVALHO, L. P. de. BRS Topázio. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2010. 1 Folder.
- WAHOME, P.K.; JESCH, H.H.; GRITTNER, I. Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* Major and *R. rubiginosa*. *Scientia Horticulturae*, v.87, n.3, p.207-216, 2001.
- 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
- XU, H.L.; GAUTHIER, L.; GOSSELIN, A. Photosynthetic responses of greenhouse tomato plants to high solution electrical conductivity and low soil water content. *Journal of Horticultural Science*, v.69, n.5, p.821-832, 1994.
- ZENG, L.; SHANNON, M.C.; LESCH, S.M. Timing of salinity stress affects rice growth and yield components. *Agriculture and Water Management*, v. 48, n.3, p. 191-206, 2001.
- ZHU, J.K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current Opinion in Plant Biology*, v.6, n.5, p.441-445, 2003.

8. APÊNDICE

Apêndice 8.1. Análise química do solo após cultivo com o genótipo ‘BRS Rubi’ submetido a diferentes estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014

Atributos químicos	Estratégias de manejo da salinidade						
	A1B1C1	A2B1C1	A1B2C1	A1B1C2	A2B1C2	A2B2C1	A1B2C2
Cálcio (cmol _c kg ⁻¹)	1,62	1,68	2,02	3,27	3,42	2,07	3,60
Magnésio (cmol _c kg ⁻¹)	3,30	3,71	2,73	4,41	4,03	3,62	4,16
Sódio (cmol _c kg ⁻¹)	2,28	2,93	2,10	22,06	21,14	2,10	21,14
Potássio (cmol _c kg ⁻¹)	0,14	0,18	0,18	0,19	0,18	0,14	0,18
S (cmol _c kg ⁻¹)	7,34	8,50	7,03	29,33	59,67	7,93	29,08
Hidrogênio (cmol _c kg ⁻¹)	0,87	0,84	0,92	0,91	1,12	0,72	1,05
Alumínio (cmol _c kg ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T (cmol _c kg ⁻¹)	8,21	9,34	7,95	30,84	60,79	8,65	30,13
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico (%)	1,39	0,87	1,13	1,21	1,29	1,04	1,36
Matéria Orgânica (%)	2,39	1,49	1,94	2,08	2,22	1,79	2,34
Nitrogênio (%)	0,13	0,08	0,11	0,12	0,12	0,10	0,13
Fósforo Assimilável (mg/100 g)	5,56	5,58	5,60	5,56	5,61	5,59	5,61
pH H ₂ O (1:2,5)	6,03	5,99	6,17	5,71	5,80	5,98	5,82
Cond. Elétrica (Suspensão Solo-Água) (dS m ⁻¹)	0,49	0,63	0,40	5,56	5,25	0,42	5,23
pH (Extrato de Saturação)	5,67	5,70	5,93	5,03	5,18	5,71	5,25
Cond. Elétrica (Extrato de Saturação) (dS m ⁻¹)	3,54	4,66	2,75	36,92	37,55	3,47	33,02
Cloreto (mmolc L ⁻¹)	30,00	43,00	23,75	850,00	513,50	33,50	433,75
Carbonato (mmolc L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato (mmolc L ⁻¹)	4,00	2,10	3,80	1,10	1,70	1,60	0,50
Sulfato (mmolc L ⁻¹)	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Cálcio (mmolc L ⁻¹)	6,12	6,75	3,87	87,50	88,50	4,12	66,25
Magnésio (mmolc L ⁻¹)	12,63	17,12	13,63	90,00	88,87	17,38	80,12
Potássio (mmolc L ⁻¹)	0,38	0,55	0,35	2,11	2,11	0,37	1,94
Sódio (mmolc L ⁻¹)	40,46	57,94	33,10	616,38	625,58	43,22	525,38
Porcentagem de Saturação (%)	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66
Relação de Adsorção de Sódio	13,22	16,79	11,18	65,43	66,41	13,22	61,66
PSI	27,77	31,37	26,41	71,53	34,77	24,27	70,16
Salinidade	Lig. Salino	Méd. Salino	Lig. Salino	Muito Salino	Muito Salino	Lig. Salino	Muito Salino
Classe do Solo	Sódico	Salino Sódico	Sódico	Salino Sódico	Salino Sódico	Sódico	Salino Sódico

Análise realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade – LIS, CTRN/UFCG
Estratégias de Manejos: A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade nas fases.

Apêndice 8.2. Análise química do solo após cultivo com o genótipo ‘BRS Topázio’ submetido a diferentes estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014

Atributos químicos	Estratégias de manejo da salinidade						
	A1B1C1	A2B1C1	A1B2C1	A1B1C2	A2B1C2	A2B2C1	A1B2C2
Cálcio (mmolc dm ⁻³)	3,65	2,23	2,31	2,08	3,47	2,00	3,62
Magnésio (mmolc dm ⁻³)	4,10	3,04	3,70	3,04	5,08	3,56	4,03
Sódio (mmolc dm ⁻³)	19,30	3,66	8,90	8,17	2,28	3,11	21,14
Potássio (mmolc dm ⁻³)	0,18	0,19	0,16	0,23	0,18	0,16	0,18
S (mmolc dm ⁻³)	27,23	9,12	15,07	14,24	11,01	8,83	59,67
Hidrogênio (mmolc dm ⁻³)	0,71	1,05	0,56	0,95	0,61	0,79	1,12
Alumínio (mmolc dm ⁻³)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T (mmolc dm ⁻³)	27,94	10,17	15,63	15,19	11,62	9,62	60,79
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico (%)	0,95	1,35	1,24	1,01	0,85	0,98	1,29
Matéria Orgânica (%)	1,64	2,32	2,13	1,74	1,46	1,68	2,22
Nitrogênio (%)	0,09	0,13	0,12	0,10	0,08	0,09	0,12
Fósforo Assimilável (mg/100 g)	5,52	5,59	5,60	5,52	5,60	5,58	5,61
pH H ₂ O (1:2,5)	5,76	5,98	5,98	5,80	5,83	5,93	5,80
Cond. Elétrica (Suspensão Solo-Água) (dS m ⁻¹)	5,13	0,78	2,03	2,31	4,93	0,69	5,25
pH (Extrato de Saturação)	5,17	5,58	5,46	5,34	5,23	5,53	5,18
Cond. Elétrica (Extrato de Saturação) (dS m ⁻¹)	28,11	5,41	16,26	16,09	33,33	5,18	37,55
Cloreto (mmolc L ⁻¹)	375,00	51,50	196,75	185,75	470,00	51,00	513,50
Carbonato (mmolc L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato (mmolc L ⁻¹)	7,90	3,00	0,80	0,60	1,00	2,90	1,70
Sulfato (mmolc L ⁻¹)	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Cálcio (mmolc L ⁻¹)	60,37	6,75	28,87	26,62	75,37	8,37	88,50
Magnésio (mmolc L ⁻¹)	67,38	24,37	55,63	52,38	89,50	16,63	88,87
Potássio (mmolc L ⁻¹)	1,76	0,65	1,41	1,58	2,29	0,50	2,11
Sódio (mmolc L ⁻¹)	450,78	64,38	248,38	229,98	551,98	63,46	625,58
Porcentagem de Saturação (%)	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66
Relação de Adsorção de Sódio	56,42	16,34	38,21	36,62	60,72	17,98	66,41
PSI	69,07	35,98	56,94	53,78	19,62	32,32	34,77
Salinidade	Muito	Méd.	Muito	Muito	Muito	Muito	Muito
Classe do Solo	Salino	Salino	Salino	Salino	Salino	Salino	Salino
	Sódico	Sódico	Sódico	Sódico	Sódico	Sódico	Sódico

Análise realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade – LIS, CTRN/UFPA
Estratégias de Manejos: A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade nas fases.

Apêndice 8.3. Análise química do solo após cultivo com o genótipo ‘BRS Safira’ submetido a diferentes estratégias de manejo da salinidade. Campina Grande, PB, 2014

Atributos químicos	Estratégias de manejo da salinidade						
	A1B1C1	A2B1C1	A1B2C1	A1B1C2	A2B1C2	A2B2C1	A1B2C2
Cálcio (mmolc dm ⁻³)	2,01	2,21	1,74	3,64	3,58	1,96	2,92
Magnésio (mmolc dm ⁻³)	3,33	3,55	3,21	3,95	4,69	2,55	4,60
Sódio (mmolc dm ⁻³)	2,10	2,83	2,19	22,06	22,98	2,10	22,06
Potássio (mmolc dm ⁻³)	0,19	0,18	0,18	0,16	0,19	0,16	0,18
S (mmolc dm ⁻³)	7,63	8,77	7,32	29,81	31,44	6,77	29,76
Hidrogênio (mmolc dm ⁻³)	0,89	0,69	0,74	0,89	0,94	0,91	0,73
Alumínio (mmolc dm ⁻³)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T (mmolc dm ⁻³)	8,52	9,46	8,06	30,70	32,38	7,68	30,49
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico (%)	1,25	1,33	1,06	1,33	1,01	1,11	0,96
Matéria Orgânica (%)	2,15	2,29	1,82	2,29	1,74	1,91	1,65
Nitrogênio (%)	0,12	0,13	0,10	0,13	0,10	0,11	0,09
Fósforo Assimilável (mg/100 g)	5,52	5,57	5,59	5,60	5,61	5,59	5,61
pH H ₂ O (1:2,5)	6,03	6,02	6,08	5,90	5,80	6,05	5,70
Cond. Elétrica (Suspensão Solo-Água) (dS m ⁻¹)	0,51	0,61	0,45	5,36	6,28	0,43	5,16
pH (Extrato de Saturação)	5,68	5,47	5,68	5,16	5,24	5,60	5,07
Cond. Elétrica (Extrato de Saturação) (dS m ⁻¹)	3,48	4,60	4,11	34,80	34,55	3,27	34,03
Cloreto (mmolc L ⁻¹)	29,75	46,75	40,75	452,50	475,25	31,00	476,25
Carbonato (mmolc L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato (mmolc L ⁻¹)	4,90	2,50	2,68	0,90	1,00	1,30	1,60
Sulfato (mmolc L ⁻¹)	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença	Presença
Cálcio (mmolc L ⁻¹)	7,75	8,62	6,87	73,87	72,37	5,75	76,37
Magnésio (mmolc L ⁻¹)	25,75	17,63	19,00	86,88	87,58	18,00	85,13
Potássio (mmolc L ⁻¹)	0,53	0,50	0,58	1,94	1,94	0,35	1,76
Sódio (mmolc L ⁻¹)	36,78	56,10	50,58	505,98	515,18	36,78	607,18
Porcentagem de Saturação (%)	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66	20,66
Relação de Adsorção de Sódio	8,99	15,50	14,09	56,47	57,62	10,69	67,54
PSI	24,64	29,91	27,17	71,85	70,96	27,34	72,35
Salinidade	Lig. Salino	Méd.	Méd.	Muito	Muito	Lig. Salino	Muito
Classe do Solo		Salino	Salino	Salino	Salino		Salino
	Sódico	Sódico	Sódico	Sódico	Sódico	Sódico	Sódico

Análise realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade – LIS, CTRN/UFCG
Estratégias de Manejos: A1, B1, C1: Sem salinidade e A2, B2, C2: Com Salinidade nas fases.