



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



TESE DE DOUTORADO

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIROS NATURALMENTE
COLORIDOS AO ESTRESSE SALINO CUMULATIVO**

LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JULHO – 2016

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Engenheira Agrônoma

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIROS NATURALMENTE
COLORIDOS AO ESTRESSE SALINO CUMULATIVO**

Orientadores: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes

Dr. Geovani Soares de Lima

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

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JULHO– 2016



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE DE DOUTORADO

LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIROS NATURALMENTE
COLORIDOS AO ESTRESSE SALINO CUMULATIVO**

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Dr. Pedro Dantas Fernandes – Orientador

Dr. Geovani Soares de Lima – Orientador

Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda – Examinador

Dr. Marcos Eric Barbosa Brito – Examinador

Dr. Reginaldo Gomes Nobre – Examinador

Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima – Examinadora

Dr. José Dantas Neto – Examinador

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JULHO – 2016

DEDICATÓRIA

De maneira muito especial, ao meu esposo Geovani Soares de Lima, pelo seu amor, compreensão e incentivo, que nas horas mais difíceis foi minha maior fortaleza e inspiração para a realização deste trabalho.

A minha filha, Ana Júlia, pela felicidade que me concede a cada dia.

DEDICO

Aos meus pais, Raimundo Antônio F. dos Anjos e Maria Dalva F. de Almeida (in memoriam) e meus avôs, Ezaú Pedro de Almeida e Ana F. de Almeida, que souberam me conduzir na vida à procura de um ideal, pelo exemplo de vida e apoio em momentos decisivos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus que durante toda a minha vida conduziu-me pelos caminhos por Ele traçados, fazendo-me chegar até aqui.

A meus avôs, Ezaú Pedro de Almeida e Ana Freitas de Almeida, cuja presença constante e exemplos de fortaleza e cuidados sempre foram incentivos para caminhar decididamente. Sou parte de vocês e essa conquista é nossa! Amo vocês!

A meu esposo e orientador, Geovani, pela dedicação e auxílio durante a realização deste trabalho, por ser tão amoroso durante nossa vida conjugal, acreditando que a família é uma unidade repleta de diversidades que se complementam... Acredito no amor e é esse amor que nos impulsiona a continuar rumo aos nossos sonhos!

À minha filha Ana Júlia, criança alegre e de personalidade marcante, cujas brincadeiras me inspiram nos momentos de maiores dificuldades, e cujo olhar seguro e intenso me acolhe. Você é a minha princesinha, obrigada por esperar a mamãe durante horas perto do computador, sem desistir, amo você!

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

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

Agradeço de coração, ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes, pessoa humana e de extrema sabedoria, que sabe conduzir-nos através de seu ofício de ensinar... O aprendizado durante esse tempo de convivência foi repleto de momentos de crescimento.

Aos funcionários da Coordenação de Pós-graduação, em especial, 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, Hans Raj, Carlos Azevedo e Lúcia Helena, por todos os ensinamentos e amizade.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda Dr. Marcos Eric Barbosa Brito, Dr. Reginaldo Gomes Nobre, Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima e Dr. José Dantas Neto, pela disposição e contribuição para a melhoria do meu trabalho.

Agradeço especialmente aos meus amigos... aqueles que já passaram por minha vida, aqueles

que continuaram e aqueles que são sempre presença! Aos amigos da Pós-Graduação: Janivan, Elaine Priscila, Francisco Vanies, Emanoela Paiva, Rennan Fernandes, Jônatas Raulino, Guilherme, Elysson Marcks, Kalyne Sonale, Kyonelly Queila, Viviane, Alberto e tantos outros, pelo proveitoso convívio e pelas valiosas ajudas e incentivos constantes.

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

...meus sinceros agradecimentos.

“A esperança é algo que traz o sol às sombras das nossas vidas. É nosso vínculo com um amanhã melhor. Quando a esperança se vai, também se vai nossa força vital. Enquanto a esperança permanece viva, também permanece nossa determinação de prosseguir”.

Roni Petterson

“Posso todas as coisas naquele que me fortalece”

Filipenses 4:13

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xix
1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	23
2.1. Objetivo Geral	23
2.2. Objetivos Específicos	23
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
3.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro	24
3.1.1. Algodão naturalmente colorido	25
3.2. Qualidade da água para agricultura	26
3.3. Efeito dos sais sobre as plantas e os atributos do solo	28
3.3.1. Estresse salino em algodoeiro	30
3.5. Estratégias para o manejo da salinidade	31
3.6. Regulações epigenéticas em resposta ao estresse salino	33
4. MATERIAL E METÓDOS	35
4.1. Localização	35
4.2. Experimento I - Estresse salino em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de algodoeiro	35
4.3. Experimento II - Tolerância de genótipos de algodoeiros coloridos ao estresse salino, nas diferentes fases fenológicas das plantas, e usando sementes obtidas sob baixa e alta salinidade, no experimento anterior	37
4.4. Procedimentos comuns aos dois experimentos	38
4.4.1. Unidade experimental	38
4.4.2. Semeadura	39
4.4.3. Preparo das águas de irrigação	40
4.4.4. Manejo de irrigação	40
4.4.5. Tratos culturais e fitossanitários	41

4.4.6. Variáveis analisadas	41
4.4.7. Análise estatística	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1. Crescimento do algodoeiro	44
5.2. Parâmetros fisiológicos	65
5.3. Fitomassa seca da parte aérea	74
5.4. Produção e seus componentes.....	76
5.5. Classificação dos genótipos quanto a tolerância à salinidade.....	85
6. CONCLUSÕES	88
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 Estratégias de manejo da salinidade nas fases do algodoeiro a serem estudadas em casa de vegetação.....	34
Tabela 2 Estratégias de manejo da salinidade em diferentes estádios fenológicos do algodoeiro estudados no segundo experimento com genótipos algodoeiro colorido.....	35
Tabela 3 Características físico-hídricas e químicas do solo utilizado nos experimentos.....	36
Tabela 4 Resumo das análises de variância para o número de folhas (NF) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	42
Tabela 5 Teste de médias para o número de folhas (NF) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	44
Tabela 6 Médias para o desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejos para o número de folhas por planta (NF) do algodoeiro no Experimento II aos 105 dias após a semeadura.....	46
Tabela 7 Resumo das análises de variância para a área foliar (AF) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	48
Tabela 8 Teste de médias para a área foliar (AF) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	49
Tabela 9 Resumo das análises de variância para o diâmetro de caule (DC) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro	

	aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	52
Tabela 10	Teste de médias para o diâmetro de caule (DC) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	53
Tabela 11	Teste de médias para o diâmetro de caule (DC) em função dos os genótipos de algodoeiro, aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	55
Tabela 12	Resumo das análises de variância para altura de plantas (AP) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	57
Tabela 13	Teste de médias para altura de plantas (AP) sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade, aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	59
Tabela 14	Teste de médias para altura de plantas (AP) em função dos os genótipos de algodoeiro, aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II.....	60
Tabela 15	Resumo das análises de variância para condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$], concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 59 e 93 dias após a semeadura no Experimento I e aos 55 e 80 dias após a semeadura no Experimento II.....	64
Tabela 16	Teste de médias para condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e	

	concentração interna de CO ₂ (C _i) (μmol mol ⁻¹) sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade, aos 59 e 93 dias após a semeadura no Experimento I e aos 55 e 80 dias após a semeadura no Experimento II.....	67
Tabela 17	Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FSPA) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro ao final do ciclo de produção, em análise conjunta, dos Experimentos I e II.....	72
Tabela 18	Resumo das análises de variância para massa do algodão em pluma (MAP) (g), percentagem de fibra (%Fibras), comprimento da fibra (UHM) (mm), uniformidade de comprimento da fibra (UNF) (%), índice de fibras curtas (SFI) (%) e teor de óleo (% Óleo) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro, em análise conjunta, dos Experimentos I e II.....	75
Tabela 19	Classificação de genótipos de algodoeiro quanto à tolerância à salinidade na fase vegetativa mediante o critério de redução relativa da massa de algodão em pluma, em análise conjunta, dos Experimentos I e II.....	84
Tabela 20	Classificação de genótipos de algodoeiro quanto à tolerância à salinidade nas fases de floração, frutificação e floração/frutificação mediante o critério de redução relativa da massa de algodão em pluma, em análise conjunta, dos Experimentos I e II.....	86

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Teste de médias referente ao número de folhas (NF) entre os genótipos de algodoeiro, em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	45
Figura 2 Número de folhas (NF) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade, em análise conjunta, dos Experimentos I e II.....	47
Figura 3 Teste de médias referente à área foliar (AF) entre os genótipos de algodoeiro, em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$	50
Figura 4 Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para área foliar do algodoeiro, aos 37 dias após a semeadura no Experimento I. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$	51
Figura 5 Diâmetro de caule (DC) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade, em análise conjunta, dos Experimentos I e II.....	56
Figura 6 Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para altura de plantas do algodoeiro, aos 105 dias após a semeadura no Experimento II. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$	61

- Figura 7** Altura de plantas (AP) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade, em análise conjunta, dos Experimentos I e II..... 62
- Figura 8** Teste de médias referente à eficiência instantânea da carboxilação (EiC) aos 59 e 93 DAS (A) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) aos 93 DAS (C) no primeiro experimento, e eficiência instantânea da carboxilação (B) e eficiência instantânea no uso da água (D) aos 55 DAS no segundo experimento, sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Estratégias de manejo da salinidade com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott, $p < 0,05$ 69
- Figura 9** Teste de médias referente à concentração interna de CO_2 (Ci) (A) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (C) aos 93 DAS no Experimento I e condutância estomática (gs) (B) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (D) aos 80 DAS no Experimento II entre os genótipos de algodoeiro. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$ 70
- Figura 10** Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para taxa de assimilação de CO_2 (A) (A, B e C) aos 55 DAS e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (D, E e F) aos 80 DAS no Experimento II. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ 71
- Figura 11** Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para fitomassa seca da parte aérea (FSPA) em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Barras representam o erro padrão da média ($n=9$). Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras

- com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ 74
- Figura 12** Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para massa do algodão em pluma no primeiro (A, B e C) e segundo (D, E e F) experimento, respectivamente. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ 77
- Figura 13** Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o percentual de fibras no primeiro (A, B e C) e segundo (D, E e F) experimento, respectivamente. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ 78
- Figura 14** Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o comprimento de fibras – UHM no primeiro (A, B e C) e segundo (D, E e F) experimento, respectivamente. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ 80
- Figura 15** Teste de médias referente à uniformidade de comprimento - UNF entre os genótipos de algodoeiro no primeiro (A) e segundo (B) experimento, respectivamente. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$ 81
- Figura 16** Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e

estratégias de manejo para o índice de fibras curtas – SFI no primeiro (A, B e C) e segundo (D, E e F) experimento, respectivamente. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ 82

Figura 17 Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o teor de óleo no primeiro experimento. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ 83

Figura 18 Teste de médias referente ao teor de óleo entre os genótipos de algodoeiro no segundo experimento. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$ 84

SOARES, L. A. dos A. **Tolerância de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos ao estresse salino cumulativo**. 2016. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

RESUMO

A escassez de água de boa qualidade é um fator limitante para a agricultura irrigada, principalmente em regiões áridas e semiáridas, sendo a utilização de águas com elevados teores de sais, na irrigação das culturas, uma alternativa a ser considerada. Nesse contexto, faz-se necessário identificar genótipos com potencial econômico, tolerantes ao estresse salino, além de estratégias adequadas de irrigação com águas salinas, visando a garantir a sustentabilidade do sistema de produção. Assim, objetivou-se avaliar a tolerância de genótipos de algodoeiro colorido ao estresse salino cumulativo, em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, bem como, a influência das condições de salinidade em que se formaram as sementes, em um novo ciclo de cultivo, sobre o crescimento e a produção das plantas delas oriundas. Dois experimentos foram realizados em casa de vegetação da UFCG, Campina Grande - PB, avaliando-se três genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos (G1 - BRS Rubi; G2 - BRS Topázio e G3 - BRS Safira). No primeiro experimento, foram estudadas sete estratégias de manejo da salinidade, variando a qualidade da água aplicada em fases diferentes do ciclo das plantas. No segundo experimento, foram avaliados os efeitos do uso de água com alta salinidade (9 dS m^{-1}), em alternância com água de baixa concentração de sais ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$), na produção de plantas oriundas de sementes colhidas no primeiro experimento, submetidas a dez estratégias de manejo da salinidade, variando, também, a fase fenológica dos algodoeiros. O primeiro experimento constou de um esquema fatorial 3×7 , com três plantas por parcela e três repetições, e fatorial 3×10 no segundo experimento, com três repetições, duas plantas por parcela, ambos em blocos casualizados. Foram avaliadas variáveis de crescimento, fisiológicas e de produção das plantas. Os dados foram submetidos ao teste de 'F' ($p < 0,05$) e teste de agrupamento de médias, Scott-Knott ($p < 0,05$), para o fator estratégias de manejo da irrigação e teste de Tukey, ($p < 0,05$) para os genótipos de algodoeiro. As plantas dos genótipos estudados de algodão podem ser irrigadas com água salina (9 dS m^{-1}) na fase vegetativa no primeiro ciclo, mas, em um novo ciclo, as plantas originadas de

sementes produzidas sob condições salinas não podem ser irrigadas com água salina na fase vegetativa. As plantas que foram mais sensíveis à salinidade na fase de frutificação, no primeiro experimento, no segundo ciclo, as sementes colhidas dessas plantas originaram indivíduos mais tolerantes ao estresse salino, recuperando todos os índices dos parâmetros fisiológicos. As plantas se aclimataram à salinidade, pois quando se originaram de sementes formadas sob estresse salino, mesmo quando irrigadas com alta salinidade nas fases de floração e frutificação, mantiveram níveis altos de produção de capulhos e de qualidade das fibras. A aclimação também se refletiu em altos índices dos parâmetros fisiológicos. O teor de óleo das sementes dos genótipos de algodão não foi afetado pelo estresse salino cumulativo em plantas oriundas de sementes formadas com água salinizada no ciclo anterior.

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

SOARES, L. A. dos A. **Tolerance of naturally colored cotton genotypes to cumulative salt stress**. 2016. 105 f. Thesis (Doctoral in Agricultural Engineering). Federal University of Campina Grande, Center for Technology and Natural Resources. Campina Grande, PB.

ABSTRACT

Scarcity of good quality water is a limiting factor for irrigated agriculture, especially in arid and semi-arid regions. In such circumstances, the use of water with high salt content is an alternative to be considered for crop irrigation. In this context, it is necessary to identify the genotypes that have economic potential and are tolerant to salt stress, and the appropriate saline water irrigation strategies, aiming to ensure the sustainability of the production system. In this work, we aimed to evaluate the tolerance of colored cotton genotypes to cumulative salt stress at different plant development stages, as well as the influence of salinity in which the seeds were formed, on the growth and production of individuals originated from them in a new crop cycle. Two experiments were conducted in a greenhouse at UFCG, Campina Grande - PB, evaluating three naturally colored cotton genotypes (G1 - BRS Rubi; G2 - BRS Topázio and G3 - BRS Safira). In the first experiment, seven salinity management strategies were studied by varying the quality of the water applied at different stages of the plant cycle. The second experiment evaluated the effects of high salinity water usage alternated with water with a low concentration of salts on the production of plants grown from seeds collected in the first experiment, subjected to ten salinity management strategies, also varying the phenological stage of the cotton plants. The first experiment consisted of a 3 x 7 factorial design with three plants per plot and three replications, and the second experiment had a 3 x 10 factorial with three replications, two plants per plot; both were in randomized blocks. Physiological and production growth variables of the plants were evaluated. Data were subjected to the 'F' test ($p < 0.05$) and to the Scott-Knott cluster averages analysis ($p < 0.05$) for the strategy factor of irrigation management, and Tukey test ($p < 0.05$) between cotton genotypes. Plants of the genotypes studied in cotton can be irrigated with saline water (9 dS m^{-1}) in the vegetative phase in the first cycle, but in a new cycle, plants originating from seeds produced under saline conditions can not be irrigated with Water in the vegetative phase. The plants that were most sensitive to salinity in the fruiting phase, in the first experiment, in the second cycle, the seeds harvested from these plants gave individuals more tolerant to salt

stress, recovering all indexes of the physiological parameters. The plants acclimated to salinity, because when they originated from seeds formed under salt stress, even when irrigated with high salinity in the flowering and fruiting phases, they maintained high levels of cocoa production and fiber quality. Acclimatization was also reflected in high indexes of physiological parameters. The oil content of the cotton genotype seeds was not affected by cumulative saline stress in plants derived from seeds formed with salinized water in the previous cycle.

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 (MERMOURD et al., 2005; KHAN et al., 2006). Em tais regiões, é comum a ocorrência de fontes de água com elevada concentração de sais, principalmente sódio, limitando o uso na agricultura (SANTOS, 2015). Em muitas áreas, a irrigação com água salina é cada vez mais necessária, tendo em vista a limitação de recursos hídricos, associada ao balanço hídrico negativo que ocorre em boa parte do ciclo; entretanto, a utilização de águas com elevados teores de sais aumenta a salinização do solo devido à acumulação de íons na zona radicular (LETEY et al., 2007).

Em geral, a salinidade é um dos principais fatores a limitar o crescimento e a produtividade das culturas, devido à redução do potencial osmótico na solução do solo podendo, também, ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrios nutricionais ou ambos, em razão da acumulação excessiva de certos íons nos tecidos vegetais, especialmente cloro e sódio (AYDIN et al., 2012; MGUISS et al., 2012). Águas salinas podem ser utilizadas para irrigação de culturas durante certa fase de desenvolvimento, com pouca ou nenhuma redução no seu rendimento (ASHRAF e HARRIS, 2004); sua utilização, porém, requer melhorias no manejo da água e do solo, além do cultivo de culturas tolerantes à salinidade (LACERDA et al., 2003).

Dentre as espécies de expressão econômica para cultivo sob condições de salinidade está o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), com importância socioeconômica para o agronegócio, pelo contingente de pessoas envolvidas, por ser tolerante ao estresse salino e ter taxa diária de consumo hídrico relativamente baixa (PAIVA et al., 2014). Alguns estudos têm sido realizados visando avaliar a tolerância do algodoeiro de fibra naturalmente colorida às condições de salinidade; em geral, entre seus efeitos, 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 elevada salinidade (CAVALCANTE et al., 2005; SOUSA JÚNIOR et al., 2005; SOUSA JÚNIOR et al., 2008; BRITO, 2015).

Conforme classificação descrita em Ayers e Westcot (1999), o algodoeiro de fibra branca é considerado tolerante à salinidade, tendo seu ponto de salinidade limiar de $7,7 \text{ dS m}^{-1}$, com

reduções no seu rendimento de 10, 25, 50 e 100% quando a condutividade elétrica do estrato de saturação é de 9,6, 13,0, 17,0 e 27,0 dS m⁻¹, respectivamente (DOORENBOS e KASSAM, 1994); ou seja, mesmo sendo considerado tolerante, podem ocorrer reduções substanciais no seu crescimento e na produção quando a planta é exposta à condição de alta salinidade. Porém, a utilização de genótipos tolerantes à salinidade pode viabilizar o uso de água de baixa qualidade, e o cultivo em solos salinos (JACOME et al., 2003).

Mesmo já tendo sido realizados estudos sobre a tolerância do algodoeiro ao estresse salino, devem ser intensificadas pesquisas para identificação das fases fenológicas em que a cultura é mais tolerante ou sensível à salinidade, considerando o lançamento de novos materiais genéticos, por sua importância para a adoção de estratégias agronômicas para a produção agrícola em solos salinos, ou mesmo, em condições onde apenas estejam disponíveis águas com maiores teores de sais (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990; SUBBARAO e JOHANSEN, 1999). Os valores referenciais da tolerância à salinidade, em cada fase de desenvolvimento e a recuperação das plantas nas fases fenológicas seguintes ao estresse salino, bem como, os reflexos do efeito cumulativo do estresse salino, em ciclos sucessivos de cultivo, precisam ser convenientemente pesquisados.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Estudar a tolerância de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos ao estresse salino cumulativo, variando as estratégias de manejo de uso de água salina nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a tolerância de genótipos de algodoeiro ao estresse salino em ciclos sucessivos de cultivo, variando as fases do ciclo fenológico das plantas;
- Analisar as estratégias de manejo para uso de água salina na irrigação em ciclos sucessivos de cultivo do algodoeiro;
- Identificar a fase de desenvolvimento em que os genótipos das espécies de algodoeiro são mais tolerantes ou sensíveis ao estresse salino;
- Registrar as alterações no crescimento e fisiológicas ocasionadas às plantas de algodoeiro pelo estresse salino cumulativo entre ciclos de cultivo;
- Estudar o efeito do estresse na formação das sementes, no crescimento e na produção dos indivíduos oriundos dessas sementes, em um novo ciclo de cultivo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro

O algodoeiro é, atualmente, a cultura líder na produção de fibra natural, apesar da perda de espaço para as fibras sintéticas, constituindo-se na principal matéria-prima da indústria têxtil brasileira e mundial. Todavia, o produto do algodoeiro também pode ser empregado de diversas formas, além da fabricação de produtos têxteis (KHADI et al., 2010). O caroço, cujo mercado cresceu expressivamente na última década, é importante fonte energética, podendo ser utilizado de forma *in natura*, para alimentação animal, ou esmagado, originando subprodutos importantes, tais como torta para ração animal, óleo utilizado pela indústria de gêneros alimentícios e para fins energéticos (biocombustíveis), entre outros (FRANCO et al., 2013).

Por outro lado, é imprescindível destacar que a importância do algodão não se resume, unicamente, a suas diversas formas de utilização, mas inclui, também, a geração de divisas. O Brasil exportou, de agosto de 2014 a julho de 2015, relativo ao período da safra 2014/15, cerca de 851 mil toneladas de pluma, gerando um volume de receita para o país da ordem de US\$ 1,448 bilhão (CONAB, 2015). 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 melhores fibras, mais procuradas no mercado global do algodão (BELTRÃO et al., 2008).

Conforme Beltrão et al. (2008), o algodoeiro é uma planta de grande complexidade morfológica, produtora de fibra média, possuindo particularidades importantes, dentre as espécies do gênero *Gossypium* e da família *Malvaceae*. Atualmente, há vários genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos, adaptados 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).

A influência do ambiente nas características técnicas da fibra do algodoeiro é maior que a determinada pelos aspectos intrínsecos da cultivar (ANDRADE JÚNIOR et al., 2009). Dentre os fatores ambientais a influenciar as características tecnológicas da fibra do algodoeiro se destaca a pluviosidade, em termos quantitativos e de distribuição. A ocorrência de chuvas ou de

nebulosidade intensa quando os frutos já estão abertos, afetam a qualidade da fibra, e quando os frutos ainda fechados, ocorre o apodrecimento, reduzindo também a quantidade e a qualidade das sementes (EMBRAPA, 2006).

3.1.1. Algodão naturalmente colorido

A crescente preocupação com o meio ambiente tem levado as indústrias, inclusive a têxtil, a buscarem tecnologias de produção ecologicamente corretas, atentas à crescente consciência crítica dos consumidores, face aos assuntos relacionados a questões ambientais. O cultivo de algodão naturalmente colorido tem despertado o interesse de produtores e consumidores no Brasil e no mundo, por ser um mercado crescente, com grande potencial socioeconômico para fixação de mão de obra, geração de empregos e fonte de matéria-prima para a indústria têxtil (CARDOSO, 2009; SILVA et al., 2014); o algodoeiro de fibra naturalmente colorida também detém grande importância ambiental, por eliminar a fase de tingimento na indústria, evitando a descarga de grande quantidade de resíduos no ambiente (CARDOSO et al., 2010).

Através de programas de melhoramento genético desenvolvido pela EMBRAPA, várias variedades de algodoeiro de fibra colorida têm surgido com qualidade semelhante ou superior à dos genótipos de fibra branca, sendo considerada uma cultura tolerante a estresses hídrico e salino (DANIEL et al., 2011).

A obtenção de genótipos de algodoeiro naturalmente colorido foi iniciada em 1996, quando se realizou o cruzamento entre um material introduzido dos EUA, que tinha a coloração da fibra marrom escura, com a cultivar CNPA 7H, que possuía fibra branca de boa qualidade e ampla adaptação na região Nordeste. Após vários ciclos, foram selecionadas algumas linhagens com fibra marrom escura, que participaram de ensaios comparativos de rendimento em vários locais da região Nordeste por dois anos. Nesses ensaios, destacou-se a linhagem CNPA 01-22, denominada de ‘BRS Rubi’, com fibras de intensa coloração marrom, altura média de plantas de 1,10 m e ciclo de cultivo de 120 a 140 dias. Comparativamente à ‘CNPA 7H’, a ‘BRS Rubi’ possui características de fibra um pouco inferiores; contudo, seu rendimento é superior (1.539 kg ha⁻¹ e 1.894 kg ha⁻¹, respectivamente), em regime de sequeiro, na região Nordeste (CARVALHO et al., 2004; EMBRAPA, 2011).

O desenvolvimento genético de outras tonalidades de cores e os testes industriais processados com os algodões coloridos podem abrir novos mercados, inclusive para o algodão

colorido orgânico, bem como, para a industrialização sem uso de corantes sintéticos, visando a se obter um produto ecologicamente limpo, sem agressões ao homem e ao ambiente (FREIRE, 1999). Dentre os novos genótipos, destaca-se a cultivar ‘BRS Topázio’, por suas fibras de coloração marrom-claro, derivada do cruzamento entre as cultivares Suregrow 31 e Delta Opal. A ‘BRS Topázio’ possui alta porcentagem de fibra (43,5%), de uniformidade (85,2%) e de resistência (31,9 gf/tex), conferindo-lhe excelentes características, comparáveis às de cultivares de fibras brancas, e com qualidade superior às demais cultivares de fibras coloridas, com produtividade média em cultivo irrigado de 2.825 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2011).

No Nordeste Brasileiro, a ‘BRS Safira’ é, também, uma das cultivares de algodoeiro herbáceo cultivadas. Sendo resultante do cruzamento de um material introduzido de fibra marrom-escura com a CNPA Precoce 3. Sua fibra possui cor marrom-escura ou marrom-avermelhada, porém, em tonalidade mais clara que a fibra da ‘BRS Rubi’; as plantas têm altura média de 1,30 m e ciclo de cultivo entre 120 e 140 dias. Em regime de sequeiro pode produzir, na região Nordeste, até 3.000 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2011).

3.2. Qualidade da água para agricultura

As fontes hídricas no mundo são abundantes, mas, mal distribuídas na superfície terrestre. Em alguns locais, a demanda é tão elevada em relação à oferta que a disponibilidade de hídrica superficial está sendo reduzida, e os recursos subterrâneos estão se esgotando rapidamente (SETTI et al., 2001). Tal fato é comum em regiões áridas e semiáridas, pelos baixos índices pluviométricos e intensa evaporação, intensificando a prática da irrigação, como uma alternativa estratégica para aumentar a oferta de produtos agrícolas (ANDRADE JÚNIOR et al., 2006).

Segundo Ayers e Westcot (1999), o conceito de qualidade da água está relacionado com características que podem afetar sua adequabilidade para usos específicos, isto é, os requisitos podem variar em função do uso específico da água. Tais características podem ser de ordem física, química e biológica. Ainda, segundo esses autores, a água de irrigação pode ser classificada segundo três critérios: o primeiro, utilizando-se da condutividade elétrica da água, está relacionado ao risco de salinização; o segundo critério se refere ao risco de sodicidade, ou problema de estrutura dos agregados e infiltração de água no solo; e o terceiro se refere aos riscos de toxicidade por íons específicos.

Medeiros (1996) e Ayers e Westcot (1999) enfatizam 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 Na, Ca, Mg e K, na forma de cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos, em diferentes proporções, dependendo da fonte de água, de sua localização geográfica, época e outros fatores. De acordo com Richards (1954), os sais encontrados em maior proporção 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.

Silva Junior et al. (1999), estudando a composição iônica do cristalino do Nordeste brasileiro, verificaram predomínio de águas cloretadas sódicas, com alguma variação, independentemente do nível de salinidade, dos locais e das fontes de origem. Em estudos realizados no Nordeste por Leprun (1983), foi observada variação na salinidade da água, com gradiente no sentido de um crescimento da mineralização na sucessão açude<rio<poços rasos<poços profundos; em relação à época do ano notou-se, também, que há variação na composição das águas dos açudes, da estação chuvosa para a seca, havendo aumento nas concentrações, em valores percentuais de Na^+ e Cl^- , enquanto o Ca^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} e, principalmente, o HCO_3^- , diminuíram relativamente na estação seca.

A utilização de águas salinas para irrigação, nessas regiões, depende da tolerância das culturas, do clima, solos, métodos de irrigação e práticas de manejo, o que torna as classificações de água, quanto à qualidade, não aconselhadas para se avaliar a sua adequabilidade para irrigação, por variar conforme o manejo (RHOADES et al., 2000). Segundo Biggar et al. (1984), o problema da salinidade, em áreas irrigadas, agrava-se quando, por balanço de sais, é maior a entrada que a saída de íons, indicando acréscimo de concentração salina na área considerada. Portanto, é 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). Nesse caso, devem ser levados em consideração: a concentração de sais e composição química da água, 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).

Dentre os parâmetros utilizados para avaliação da qualidade da água de irrigação a condutividade elétrica da água é o mais utilizado, correspondendo à medida da capacidade dos íons presentes na água em conduzir eletricidade; sendo proporcionalmente ao 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, tanto nas culturas, quanto 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. Efeito dos sais sobre as plantas e os atributos do solo

A salinidade exerce efeitos complexos sobre as plantas, como efeitos osmóticos ou influência sobre as relações hídricas; efeitos por toxicidade específica dos íons; efeitos por desequilíbrio nutricional e efeitos sobre o balanço de energia (CAVALCANTE et al., 2010; ALVES et al., 2011). A concentração excessiva de sais na solução do solo diminui a energia livre da água, reduzindo sua absorção pelas plantas, denominado efeito osmótico. Nas células vegetais há uma membrana semipermeável que permite a passagem de água, mas evita a passagem de sais. Quanto mais salina a água, mais osmoticamente difícil é sua extração da solução do solo (BARROS JUNIOR et al., 2008).

A redução no potencial hídrico dos tecidos, causada pelo excesso de sais, provoca restrição no crescimento, porque as taxas de alongação e de divisão celular dependem diretamente do processo de extensibilidade da parede celular. O balanço osmótico é essencial para o crescimento dos vegetais em meio salino, e qualquer falha nesse balanço resultará em injúrias semelhantes aos do estresse hídrico, como a perda de turgescência e a redução no crescimento, resultando em plantas atrofiadas, desidratadas e resultando em morte das células, conseqüentemente (ASHRAF e HARRIS, 2004).

A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico, ocasionando o problema de escassez de água na planta. O aumento da pressão osmótica, provocado pela salinidade, poderá atingir um nível em que as plantas não terão

forças de sucção para superá-la e, conseqüentemente, não conseguirão absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido. Dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver, poderá até perder a água que se encontra em suas células (MEDEIROS, 1992; PARIDA e DAS, 2005).

Os processos mais diretamente associados com a toxicidade iônica são a senescência e a morte celular, ambas induzidas por salinidade. Esses dois processos são complexos e interligados e são respostas comuns das plantas a estresses abióticos (SILVEIRA et al., 2010). Os efeitos causados pelos íons Na^+ e Cl^- predominantes em ambientes salinos, estão associados aos distúrbios em relação ao balanço iônico (K^+ e Ca^{+2} em relação ao Na^+) e à absorção desbalanceada de elementos essenciais (MEDEIROS e GHEYI, 1997), bem como à ação específica desses íons sobre o funcionamento de enzimas e membranas (FLORES, 1990).

Dentre as principais conseqüências do acúmulo de íons Na^+ e Cl^- nas folhas podem ser citadas a necrose nos tecidos foliares e a aceleração da senescência de folhas maduras, reduzindo assim a área destinada à fotossíntese (MUNNS, 2002). Dessa forma, haverá limitação da atividade fotossintética não só devido ao fechamento estomático ocasionado pelo estresse osmótico, mas também, pelo efeito dos sais sobre as folhas (CRUZ, 2003).

O acúmulo de sais solúveis e, especificamente, de sódio numa área agrícola, além de reduzir o potencial osmótico da solução do solo, altera o pH, causa desbalanceamento nutricional e desestruturação de seus agregados. O efeito dos sais sobre o solo depende, basicamente da interação eletroquímica existente entre os sais e suas partículas constituintes, refletindo diretamente no grau de estabilização de seus agregados. A característica principal desse efeito é a expansão da argila do tipo 2:1, quando úmida e a contração quando seca, devido o excesso de sódio trocável. Quando a expansão for exagerada, poderá ocorrer a fragmentação dos agregados, causando a dispersão da argila e modificando a estrutura do solo. Em geral, em solos sódicos, ou seja, com excesso de sódio trocável, há problemas de permeabilidade e qualquer excesso de água causará encharcamento na superfície do solo, afetando a germinação das sementes e o crescimento das plantas, por falta de aeração (MEDEIROS et al., 2008).

O excesso de sais pode, ainda, afetar a qualidade química dos solos. As desordens nutricionais, observadas em plantas cultivadas em solos salinos e sódicos, estão diretamente relacionadas com a limitação do crescimento radicular e redução da disponibilidade de nutrientes para as plantas. Nesse caso, pode ocorrer a precipitação de sais menos solúveis após saturação da

solução do solo com íons de alta solubilidade. Essa queda na disponibilidade é comum em íons cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}) e potássio (K^{+}), em função do aumento da concentração de Na^{+} na solução do solo, causando desbalanço na relação entre eles (FREIRE e FREIRE, 2007).

3.3.1. Estresse salino em algodoeiro

Conforme Maas e Hoffman (1977) e Richards (1954), a cultura do algodoeiro é tolerante à salinidade. Entretanto, Diniz (1979) verificou que, em condições salinas, cultivares de algodoeiro herbáceo se desenvolveram de maneira diferenciada, tanto na fase de germinação, quanto na fase 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, além de ocasionar modificações na estrutura dos frutos, variando a magnitude do efeito com a cultivar utilizada, uma evidência de diferenças inter e intravarietais, em relação à salinidade.

A irrigação do algodoeiro com águas de diferentes níveis de salinidade foi investigada em vários estudos (MURTAZA et al., 2006; QUEIROZ e BULL, 2001; BRITO, 2015), sendo demonstrado, em geral, que 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. Cavalcante et al. (2001), trabalhando com a variedade ‘BRS 200’, e Lima (2007), desenvolvendo estudos com as variedades ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’, constataram decréscimo do índice de velocidade de germinação, com o aumento da concentração salina.

Em estudos com a cultura do algodoeiro colorido ‘CNPA 2002/26’, sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, Siqueira et al. (2005) verificaram efeito linear decrescente do estresse salino na altura de planta e no diâmetro do caule, reduzidos 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 das cultivares de algodoeiro herbáceo ‘CNPA-7H’ e marrom ‘BRS 200’, observaram que a salinidade da água de irrigação de 4,2 dS m^{-1} inibiu o crescimento das plantas e de 3,1 dS m^{-1} reduziu em 21,79% o rendimento em caroço do algodoeiro colorido.

Jácome (1999), ao avaliar o efeito de níveis de salinidade do solo a produção de cultivares de algodoeiro de fibra branca (CNPA Precoce 1, CNPA Precoce 2, CNPA7H, CNPA Al.93/15, Embrapa 113-Al.7MH e Embrapa 112-Al.6M), observou redução no número de capulhos, em todas as cultivares, com aumento dos níveis de CE da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Sobre o peso dos capulhos, variou o efeito da salinidade entre os genótipos estudados.

Reduções na produção econômica em plantas de algodoeiro, submetidas à salinidade, são atribuídas, geralmente, a alterações nos processos fisiológicos e bioquímicos em nível celular ou mesmo molecular (MELONI et al., 2003; NAWAZ et al., 2010). Ashraf e Ahmad (2000) reportam que a incorporação de sais do solo na ordem de 140 mol de NaCl m⁻³ de solo, influenciou negativamente o número de capulhos por planta e o peso médio do capulho.

Min et al. (2014), ao avaliarem a interação entre diferentes níveis de salinidade da água e doses de fertilização nitrogenada, constataram diminuição significativa na produção de sementes e na eficiência de uso da água, com irrigação das plantas com água salina (8,04 dS m⁻¹), independentemente da taxa de aplicação de nitrogênio. Ainda segundo esses autores, a condutividade elétrica da água de irrigação superior a 8 dS m⁻¹ não é adequada como única fonte hídrica a ser usada no sistema de produção do algodoeiro.

Ao analisarem a recuperação de algodoeiros após a exposição das plantas a diferentes níveis de salinidade da água (2, 10 e 20 dS m⁻¹), em diferentes estágios de crescimento, Khorsandi e Anaghali (2009) observaram lesões em plantas, em condições de estresse salino moderado (10 dS m⁻¹) a alto (20 dS m⁻¹) na fase vegetativa, não se recuperando adequadamente os algodoeiros. Portanto, no manejo da irrigação, água com baixos níveis de salinidade devem ser utilizadas até o estabelecimento completo das plantas de algodoeiro.

3.5. Estratégias para o manejo da salinidade

Águas salinas têm sido utilizadas, com sucesso, em cultivos irrigados, em empreendimentos agrícolas localizados em diversos países, especialmente quando há monitoramento constante da salinidade do solo e a adoção de práticas de manejo da água salina (KUSVURAN et al., 2011; ZONG et al., 2011). Rhoades et al. (2000) sugerem que para utilização de águas de baixa qualidade para irrigação, devem ser consideradas as condições gerais de uso, como clima, espécie cultivada, atributos do solo, método de irrigação e prática de manejo

para evitar que ocorra a elevação da salinidade do solo, em níveis não tolerantes para a planta cultivada.

A tolerância de espécies agrícolas à salinidade pode variar entre cultivares de uma mesma espécie, fase fenológica da cultura e estratégia de aplicação de água, ou seja, com a concentração salina da água e o tempo de exposição das plantas aos sais (SAVVAS et al., 2007; COSTA et al., 2013). Destacam-se como estratégias de manejo da salinidade: o uso de glicófitas tolerantes e moderadamente tolerantes, cultivo de halófitas, misturas de água de diferentes salinidades, uso cíclico de água, uso de águas salinas nos estádios em que a cultura tem maior tolerância, biodrenagem, estabelecimento de condições específicas para a germinação (pré-tratamentos de sementes, usar quantidade de sementes além da necessidade recomendada, alto potencial mátrico), dentre outras (LACERDA, 2009).

Na cultura do feijão-de-corda, cv. EPACE 10, verificou-se que o uso de água salina apenas nos estádios de maior tolerância pode limitar os impactos da salinidade sobre o ambiente e sobre o desenvolvimento das plantas, aumentando a eficiência de uso de água e de nutrientes (LACERDA et al., 2009). De acordo com Rhoades et al. (2000), a produção de algodão não é afetada quando se irriga com água salina (6.000 mg L^{-1} de sais dissolvidos) nas fases do ciclo da planta que sejam tolerantes à salinidade e, com água de melhor qualidade (300 mg L^{-1} de sais dissolvidos), nas fases de maior sensibilidade, principalmente as fases de germinação e estabelecimento da cultura, além disso, a rotação de culturas com diferentes graus de tolerância e o manejo de águas de diferentes qualidades podem permitir o cultivo por vários anos sem prejuízos ao solo e aos quantitativos de produção.

Murtaza et al. (2006), utilizando-se de diferentes estratégias de manejo de águas salinas na irrigação, verificaram redução da produtividade das culturas, apenas com água salino/sódica, entretanto, considerando-se os aspectos econômicos, verificaram que o uso cíclico de água de baixa e alta salinidade foi o que apresentou a melhor relação benefício/custo, seguido dos tratamentos com uso de água do canal (controle), com água salina/sódica + gesso, água salina/sódica + adubo orgânico e por último o tratamento em que usou apenas água salina/sódica.

3.6. Regulações epigenéticas em resposta ao estresse salino

As plantas são constantemente expostas a mudanças nas condições abióticas e bióticas, sendo necessário desenvolver mecanismos adaptativos a fatores externos que possam comprometer seu desenvolvimento e sobrevivência. Em diversos estudos ficou demonstrado que fatores de estresse abiótico, como salinidade elevada, seca, temperaturas extremas, irradiação ultravioleta e estresse oxidativo, afetam vários processos celulares em plantas e induzem alterações epigenéticas, ativando mecanismos de defesa para a sobrevivência das plantas (CHINNUSAMY e ZHU, 2009).

Alterações epigenéticas consistem em mudanças hereditárias na expressão gênica, sendo independentes da variação na sequência do código genético (BERGER et al., 2009). Alguns mecanismos epigenéticos incluem a metilação do DNA, o *imprinting*, mudanças na conformação da cromatina e o silenciamento mediado por RNA (SULEWSKA et al., 2007). Tais informações representam a memória transcricional, podendo estar associadas a decisões sobre destino celular, mudanças no desenvolvimento, ou respostas a condições de estresse (ZHANG e HSIEH, 2013).

O epigenoma pode ser transmitido às células descendentes, mantendo um padrão de epigenótipo específico dentro de linhagens celulares durante gerações. Desse modo, o fenótipo passa a ser resultado não apenas do genótipo, mas também do epigenótipo, o qual permite um segundo nível de controle da expressão gênica e que se mostra tão plástico quanto o genótipo (WIEDMAN et al., 2007). As alterações epigenéticas tanto podem ser herdadas de forma transgeracional, como também, pela mitose de células somáticas, podendo produzir efeitos sobre a expressão gênica por um longo período de tempo (JIRTLE e SKINNER, 2007; RICHARDS, et al., 2010). Assim, é possível, inclusive, que tais modificações possam aumentar o potencial evolutivo de organismos em resposta ao estresse abiótico (BOSSDORF et al., 2008).

A variação genética do algodoeiro para tolerância à salinidade ocorre, principalmente, pela metilação do DNA, sendo um dos mais importantes fenômenos epigenéticos, desempenhando papel vital na expressão de genes durante o desenvolvimento da planta, bem como, em resposta a estímulos ambientais (LUKENS e ZHAN, 2007). Diversos estudos apontam a metilação do DNA como responsável pela regulação de genes de plantas, em resposta a estresses ambientais, dentre estes, salinidade (MASTAN et al., 2012), frio (SHAN et al., 2013), seca (WANG et al., 2011) e metais pesados (KIMATU et al., 2011).

Na maioria dos casos, a diferenciação genética também pode estar correlacionada à heterose molecular, considerando-se a superioridade na progênie híbrida em comparação com seus progenitores (JAMES et al., 2010). Em várias pesquisas, o mecanismo de heterose continua sem confirmação, entretanto, foram detectadas diferenças na expressão genética entre os híbridos de algodoeiro e os seus progenitores, possivelmente decorrentes de heterose molecular (ZHAO et al., 2009; ZHU et al. 2011).

A estabilidade das modificações epigenéticas podem ser herdadas através das gerações, destacando-se a superioridade na progênie híbrida, em comparação com seus progenitores (RICHARDS, 2006). Em plantas, a herança transgeracional da metilação do DNA está associada a uma enzima metiltransferase que replica o padrão de metilação durante a mitose e a meiose (TAKEDA e PASZKOWSKI, 2006). Herança meiótica de alelos epigenéticos (epialelos) foram observadas em linaria (CUBAS et al., 1999) e *Arabidopsis thaliana* (RANGWALA et al., 2006). Cervera et al. (2002) e Vaughn et al. (2007) detectaram níveis consistentes de variação na metilação do DNA em ecótipos de *Arabidopsis thaliana* que não estavam correlacionados com variação genética. Keyte et al. (2006), estudando o polimorfismo de metilação de DNA, em acessos de algodão, detectaram que os níveis de variação epigenética excediam, acentuadamente, as estimativas de variação genética.

A associação entre a metilação do DNA e a heterose molecular foi estudada em algodoeiro por Zhao et al. (2008) que observaram ser elevado o número de loci na desmetilação do DNA em híbridos heteróticos, e que o nível de citosina do DNA, durante a fase vegetativa, é maior quando comparado à fase de floração do algodoeiro. Zhao et al. (2010) afirmam, também, que mudanças nos níveis de metilação do DNA, variam em função dos estágios de crescimento do algodoeiro.

4. MATERIAL E METÓDOS

A pesquisa foi constituída de dois experimentos, em sucessão, sendo estudados, no primeiro, os efeitos do uso de água com alta salinidade, em alternância com água de baixa concentração de sais, variando as fases do ciclo fenológico das plantas de algodoeiro. Com uso das sementes colhidas sob condições de alta e baixa salinidade do primeiro experimento, foi realizado o segundo experimento, testando-se a influência da salinidade em que foram formadas as sementes, sobre as plantas de um novo ciclo, com variações das fases fenológicas em que foram aplicadas as águas de concentrações diferentes de sais. Na descrição dos experimentos, estão descritos os vários procedimentos e manejos da água, correspondentes aos tratamentos.

4.1. Localização

Os experimentos foram desenvolvidos em ambiente protegido (casa de vegetação), do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN, na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 07°15'18'' S, 35°52'28'' O e altitude média de 550 m. O clima da região é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, sub úmido, 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).

4.2. Experimento I - Estresse salino em diferentes estádios de desenvolvimento de genótipos de algodoeiro

Foram avaliados três genótipos de algodoeiro (G1 – ‘BRS Rubi’; G2 – ‘BRS Safira’ e G3 – ‘BRS Topázio’) e sete estratégias de manejo da irrigação com águas salinizadas, variando as fases fenológicas das plantas (Tabela 1). Na composição das estratégias foram utilizados dois níveis de salinidade, expressos em termos de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), uma de baixa salinidade (0,8 dS m⁻¹) e a outra salinizada com alta CEa (9 dS m⁻¹), nas seguintes fases de desenvolvimento da cultura: vegetativa (A) – início do estresse salino com o surgimento da primeira folha definitiva e término do estresse com a abertura da 1ª flor; floração (B) –

irrigação com alta CEa iniciando-se com a abertura da 1ª flor e se estendendo até a abertura da 1ª maçã; formação da produção (C) – formação da produção, a partir da abertura da 1ª maçã, até a colheita final dos capulhos do primeiro ciclo. O início de cada fase se deu ao término da anterior.

Foram testadas sete estratégias de manejo da salinidade: 1- $A_1B_1C_1$ – plantas irrigadas com condutividade elétrica da água de irrigação de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$, durante todo o ciclo da planta; 2- $A_2B_1C_1$ – 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 início do florescimento, que aconteceu aos 37 DAS); 3- $A_1B_2C_1$ – plantas submetidas a estresse salino na fase de floração (irrigação com água salinizada a partir dos 37 DAS até o início da formação da produção, aos 59 DAS); 4- $A_1B_1C_2$ – irrigação com água de alta condutividade elétrica a partir dos 59 DAS até o final do ciclo, correspondendo à fase de formação da produção; 5- $A_2B_1C_2$ – plantas irrigadas com águas salinizadas (9 dS m^{-1}) nas fases vegetativa e de formação da produção, recebendo água não salinizada na fase de floração ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$); 6- $A_2B_2C_1$ – irrigação com água salinizada nas fases vegetativa e de floração; 7- $A_1B_2C_2$ – plantas sob estresse salino nas fases de floração e formação da produção (Tabela 1).

Tabela 1. Estratégias de manejo da salinidade nas fases do algodoeiro

Estratégias de Manejo	Vegetativa	Floração	Produção
1	A_1	B_1	C_1
2	A_2	B_1	C_1
3	A_1	B_2	C_1
4	A_1	B_1	C_2
5	A_2	B_1	C_2
6	A_2	B_2	C_1
7	A_1	B_2	C_2

A_1, B_1, C_1 : Baixa salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$); A_2, B_2, C_2 : Alta salinidade (9 dS m^{-1})

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 7. Combinados, os fatores resultaram em 21 tratamentos com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 189 plantas.

4.3. Experimento II - Tolerância de genótipos de algodoeiros coloridos ao estresse salino, nas diferentes fases fenológicas das plantas, e usando sementes obtidas sob baixa e alta salinidade, no experimento anterior

Foram analisados os efeitos do uso de água com alta salinidade, em alternância com água de baixa concentração de sais, em plantas provenientes de sementes que, no ciclo anterior, foram formadas em condições de baixa e alta salinidade, e que, neste novo ciclo, foram irrigadas, novamente, com água salinizada, variando a fase de desenvolvimento, caracterizando-se, portanto, como estresse salino cumulativo entre ciclos. Os 10 tratamentos compondo as estratégias de irrigação no experimento estão detalhados na Tabela 2.

Tabela 2. Estratégias de manejo da salinidade em diferentes estádios fenológicos do algodoeiro estudados no segundo experimento

Origem das sementes no Experimento I	Experimento II	
1. A ₁ B ₁ C ₁	1. A	E0
	2. B	E0
3. A ₁ B ₂ C ₁	3. B	EV
	4. B	EFL
4. A ₁ B ₁ C ₂	5. C	E0
	6. C	EV
	7. C	EFR
7. A ₁ B ₂ C ₂	8. BC	E0
	9. BC	EV
	10. BC	EFF

Experimento I: A₁, B₁, C₁: baixa salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e A₂, B₂, C₂: alta salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Experimento II: A- sementes oriundas de plantas irrigadas no primeiro experimento com água de 0,6 dS m⁻¹, B- sementes de plantas irrigadas no ciclo anterior com água salinizada na floração, C- sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada na frutificação e BC- sementes produzidas no primeiro experimento sob alta salinidade na floração e formação da produção; E0: sem salinidade; EV, EFL, EFR, EFF: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, no novo experimento.

As estratégias de manejo da irrigação resultaram da combinação de fases fenológicas entre os dois ciclos, sendo usada água com alta salinidade, em alternância com água de baixa concentração de sais. Foram identificadas por: A – as plantas oriundas de sementes formadas com água de baixa salinidade (0,8 dS m⁻¹), em todo o ciclo anterior (1-A₁B₁C₁); B – plantas obtidas de

sementes formadas no primeiro ciclo com água salinizada ($9,0 \text{ dS m}^{-1}$) durante a fase de floração (3-A₁B₂C₁) e água de boa qualidade nas outras fases; C - plantas oriundas de sementes formadas com água salinizada apenas na frutificação (4-A₁B₁C₂); BC - plantas oriundas de sementes formadas no ciclo anterior com alta salinidade na floração e na formação da produção (7-A₁B₂C₂) (Tabela 2).

As fases vegetativa, floração e formação da produção corresponderam, respectivamente, aos períodos compreendidos entre o surgimento da primeira folha definitiva e término do estresse com a abertura da 1ª flor (20-55 DAS), abertura da 1ª flor até a abertura da 1ª maçã (55-80 DAS) e a partir da abertura da 1ª maçã, até a colheita final dos capulhos do primeiro ciclo (80-105 DAS). Portanto, houve variações das fases fenológicas em que foram aplicadas as águas de concentrações diferentes de sais no segundo experimento, resultando em 10 estratégias de manejo da salinidade, conforme descrito na Tabela 2. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 10 x 3, sendo dez estratégias de manejo da salinidade e três genótipos de algodoeiro ('BRS Rubi', 'BRS Topázio' e 'BRS Safira'), com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 180 plantas.

4.4. Procedimentos comuns aos dois experimentos

4.4.1. Unidade experimental

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (vasos) com aproximadamente 20 L de capacidade (35 cm de altura x 31 cm de diâmetro superior x 20 cm de diâmetro inferior) 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 coleta da água drenada. Em seguida, foram acondicionados 24,5 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico, textura franco-arenosa (profundidade 0-20 cm), 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 do cultivo dos dois experimentos, cujos resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento I e II

Experimento I										
Densidade (kg dm ⁻³)	Porosidade Total (%)	Umidade (%)		Água disponível (%)	Complexo Sortivo					
		0,33 atm	15 atm		Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	pH _{ps}	CE _{es} (dS m ⁻¹)
1,67	38,59	11,48	2,41	9,07	2,37	3,09	0,37	0,18	5,24	0,20

Experimento II										
Densidade (kg dm ⁻³)	Porosidade Total (%)	Umidade (%)		Água disponível (%)	Complexo Sortivo					
		0,33 atm	15 atm		Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	pH _{ps}	CE _{es} (dS m ⁻¹)
2,71	52,03	8,40	4,64	3,36	2,10	2,57	0,06	0,14	5,80	0,22

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.

A adubação de fundação com NPK foi realizada conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), aplicando-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 aplicada a recomendação total para fósforo e apenas 1/3 da recomendação para nitrogênio e potássio, sendo os dois terços restantes aplicados em cobertura, via água de irrigação, aos 45 e 65 dias após a semeadura (DAS). Também foram adicionados 500 g de matéria orgânica (húmus de minhoca), a fim de melhorar a estrutura do solo e a retenção de água. Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1 m e 0,6 m entre plantas na fileira.

Para melhorar a nutrição das plantas e suprir possíveis deficiências de micronutrientes, foi realizada adubação foliar no início da fase de florescimento, aos 45 DAS, no primeiro experimento e aos 57 DAS no segundo experimento, com um produto comercial contendo: N- 15%; P₂O₅ - 15%; K₂O - 15%; Ca - 1%; Mg - 1,4%; S - 2,7%; Zn - 0,5%; B - 0,05%; Fe - 0,5%; Mn - 0,05%; Cu - 0,5% e Mo -0,02%.

4.4.2. Semeadura

As sementes utilizadas no primeiro experimento dos genótipos de algodoeiro colorido ('BRS Rubi'; 'BRS Safira' e 'BRS Topázio'), foram provenientes da Embrapa Algodão e no segundo experimento foram utilizadas as sementes provenientes do primeiro ciclo de produção, sendo semeadas na proporção de 5 sementes por recipiente a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante, mantendo-se a umidade do solo no nível equivalente ao da capacidade de

campo (CC), em todas as unidades experimentais, com água de baixa salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) até a emissão da primeira folha definitiva, quando se iniciou a aplicação dos tratamentos. Aos 16 DAS no primeiro experimento e aos 13 DAS no segundo experimento, realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se apenas três plantas por vaso, as de melhor vigor; aos 30 DAS, realizou-se o segundo desbaste, mantendo-se a planta mais vigorosa. Previamente à semeadura, foram tratadas com fungicida como medida profilática contra a incidência de patógenos.

4.4.3. Preparo das águas de irrigação

A água utilizada na irrigação do tratamento de menor salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) foi obtida diluindo-se a água do sistema público de abastecimento de Campina Grande, com água de chuvas; o nível correspondente à 9 dS m^{-1} (CE_a alta) foi preparada de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, relação esta correspondente aos íons que predominam em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992; AUDRY e SUASSUNA, 1995).

No preparo da água de irrigação, foi considerada a relação entre CE_a e concentração de sais ($10 \text{ meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$ de CE_a), extraída de Rhoades et al. (2000). Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 80 litros, um para cada nível de CE_a estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que comprometessem sua qualidade.

Para o preparo da água de CE de 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 $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

4.4.4. Manejo de irrigação

Antes da semeadura determinou-se o volume necessário de água para o solo atingir a capacidade de campo através do método de saturação por capilaridade seguida por drenagem aplicando-se água de baixa salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$). Após a semeadura, as irrigações foram realizadas diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada recipiente, o volume de água correspondente à demanda da planta submetida ao tratamento. O volume aplicado em cada

evento de irrigação foi estimado por meio de balanço hídrico, tomando-se como base os termos da equação 1, em que: CH é o consumo hídrico (ml), considerando o volume de água aplicado às plantas (Va) no dia anterior (ml); Vd é o volume drenado (ml), quantificado na manhã do dia seguinte e FL é a fração desejada de lixiviação, estimada em 20%, a fim de propiciar a redução de parte dos sais acumulados na zona radicular, provenientes da água de irrigação.

$$CH = \frac{(Va - Vd)}{1 - FL} \quad \text{Eq. 1}$$

4.4.5. Tratos culturais e fitossanitários

O controle de pragas e doenças foi realizado por intervenções preventivas, com inseticida 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 capacidade volumétrica de 5 L. O controle de plantas invasoras nos lisímetros, foi realizado com capina manual durante a condução do experimento; fez-se tutoramento das plantas na época de produção, objetivando-se evitar o acamamento dos ramos pelo peso dos frutos.

4.4.6. Variáveis analisadas

Variáveis de crescimento

No primeiro experimento foram feitas as avaliações aos 23, 37, 59, 93 e 113 DAS e no segundo experimento aos 20, 35, 55, 80 e 105 DAS, coincidindo com início e término das fases de desenvolvimento do algodoeiro, em ambos os experimentos foram determinados:

a) Número de folhas

Na contagem, foram consideradas as folhas maduras com comprimento superior a 3 cm e com coloração característica da cultivar.

b) Altura da planta

Comprimento da parte aérea, em centímetros, do nível do solo (colo da planta) até a gema apical do ramo principal.

c) Diâmetro do caule

Determinado a 2 cm do solo, com uso de paquímetro digital, com leituras em ‘mm’.

d) Área foliar

Mensurada aos 23, 37 e 59 DAS no Experimento I e aos 20, 35 e 55 DAS no Experimento II, conforme metodologia proposta por Grimes e Carter (1969), medindo-se o comprimento da nervura principal da folha das plantas, para se obter o valor da AF através da equação 2, considerando-se, na medição, as folhas completamente expandidas.

$$AF_{\text{Planta}} = \Sigma AF = \Sigma(0,4322 x^{2,3002}) \text{ (cm}^2\text{)} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que: AF é a área foliar de cada folha do algodoeiro e 'x' o comprimento da nervura principal da respectiva folha (cm), sendo a área foliar por planta (AF_{Planta}) determinada pelo somatório da área foliar (AF) de todas as folhas.

Parâmetros fisiológicos

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 59 e 93 DAS no primeiro experimento e aos 55 e 80 DAS no segundo experimento, 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 (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$). De posse desses dados foram estimadas a eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (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/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] (KONRAD et al., 2005; MAGALHÃES FILHO et al., 2008). Tais avaliações 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). As leituras foram realizadas na terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO_2 e utilizando-se uma fonte artificial de radiação de $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Produção de fitomassa

Para não haver perda de dados, devido, principalmente, à senescência e à abscisão de folhas, eram coletadas, diariamente em cada planta, as que caíam, sendo guardadas em sacos de papel enumerados de acordo com o tratamento. Ao final do ciclo da cultura, coletaram-se as plantas, separando-as em folhas e caules, para serem acondicionadas as partes em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar, mantida a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, até peso constante; posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão de $0,0001 \text{ g}$, obtendo-se a fitomassa das folhas (FSF) e do caule (FSC), cujo somatório resultou na fitomassa da parte aérea (FSPA).

Componentes de produção

Foram quantificados: massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma, analisados de acordo com a metodologia da Embrapa Algodão. Os capulhos foram colhidos por planta, à medida que atingiam o ponto de colheita. O teor de óleo nas sementes foi determinado no Laboratório Multidisciplinar da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB, após a secagem e beneficiamento, com umidade corrigida para 10%, de forma não destrutiva e com uso de um espectrômetro de ressonância magnética nuclear (RMN) H1 Oxford MQA 7005 (American Oil Chemists Society, 2000). Após as devidas anotações, os capulhos de cada parcela foram encaminhados para análise, no Laboratório de Fibras da Embrapa Algodão com o equipamento HVI (High Volume Instruments), sendo obtidas as seguintes informações:

- a. Percentagem de fibra (%)
- b. Comprimento da fibra (mm) – obtido pelo comprimento médio que atinge uma amostra da fibra distribuída ao acaso, em um pente ou pinça especial.
- c. Uniformidade de comprimento da fibra (%) – representa uma medida da regularidade do comprimento da fibra dentro de uma população.
- d. Índice de fibras curtas (%) – corresponde à percentagem de fibras curtas com comprimento inferior a 12,7 mm, contida em uma amostra de fibra.

Classificação dos genótipos quanto a tolerância à salinidade

Para a classificação dos genótipos, foi adotado o critério de redução no rendimento relativo segundo Fageria e Gheyi (1997), com quatro níveis de classificação: T (tolerante; 0-20%), MT (moderadamente tolerante; 20% - 40%), MS (moderadamente sensível; 40% - 60%) e S (Sensível; > 60%). Baseou-se no percentual de perda na massa do algodão em pluma sob alto nível salino (9,0 dS m⁻¹), comparado à condição de baixa salinidade (0,8 dS m⁻¹) nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação. Essas perdas percentuais foram utilizadas como indexadores para comparar a tolerância dos diferentes materiais genéticos.

4.4.7. Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizado teste de agrupamento de médias por Scott-Knott (p<0,05) para as estratégias de manejos da salinidade, e teste de Tukey (p<0,05) para os genótipos de algodoeiro (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de ambos os experimentos, ciclos sucessivos, foram discutidos em paralelo. No primeiro ciclo, as avaliações dos efeitos do uso de água com alta salinidade, em alternância com água de baixa concentração de sais e variando as fases do ciclo fenológico das plantas, foram realizadas aos 23, 37, 59, 93 e 113 DAS. No segundo experimento, em que se partiu de sementes formadas sob baixa e alta salinidade, no primeiro ciclo, as plantas voltaram a ser irrigadas, também, com alternância da concentração de sais, variando as fases fenológicas, sendo realizadas avaliações aos 20, 35, 55, 80 e 105 DAS.

5.1. Crescimento do algodoeiro

- **Número de folhas**

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 4), houve diferenças entre as estratégias de manejo da salinidade, com efeito significativo ($p < 0,01$) sobre o número de folhas, nos dois experimentos, em todas as épocas de estudo. Analisando-se o número de folhas em função dos genótipos de algodão colorido, observou-se diferença significativa aos 23, 37 e 113 DAS no primeiro experimento e aos 20 e 55 DAS no segundo experimento. Por meio de desdobramento dos fatores (Tabela 4), foi constatado efeito significativo das estratégias de manejo da salinidade sobre o número de folhas dos genótipos de algodoeiros aos 105 DAS no experimento II.

De acordo com o teste de agrupamento de médias para as estratégias de manejo da salinidade para o número de folhas (Tabela 5) no primeiro experimento, aos 23 e 37 DAS, o tratamento $A_1B_1C_1$, foi estatisticamente superior, quando comparadas às plantas submetidas ao estresse salino na fase vegetativa ($A_2B_1C_1$, $A_2B_1C_2$ e $A_2B_2C_1$). Entretanto, aos 59, 93 e 113 DAS, a irrigação com águas de 9 dS m^{-1} na fase vegetativa, apesar de inicialmente terem uma senescência prematura das folhas; logo após o término da aplicação da salinidade nas fases de floração e formação da produção, compensaram o crescimento vegetativo através do desenvolvimento de novas folhas para a fotossíntese e ocorreu melhorias no crescimento e desenvolvimento. Brito (2015), estudando o efeito da irrigação com água salina ($8,0 \text{ dS m}^{-1}$) em

diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, também observou, que o algodoeiro colorido é sensível a este nível de salinidade no crescimento inicial da planta.

Tabela 4. Resumo das análises de variância para o número de folhas (NF) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II

Número de Folhas	Quadrados Médios					CV (%)	Média Geral
	Estratégias de Manejo	Genótipos	EM x G	Bloco	Resíduo		
Experimento I							
23 DAS	0,355**	0,556**	0,134 ^{ns}	1,573 ^{ns}	0,085	6,63	4,415
37 DAS	300,492**	22,826*	1,862 ^{ns}	50,922 ^{ns}	5,553	12,54	18,788
59 DAS	1428,985**	35,719 ^{ns}	20,248 ^{ns}	18,120 ^{ns}	14,936	10,12	38,182
93 DAS	1101,855**	41,614 ^{ns}	24,602 ^{ns}	39,870 ^{ns}	21,344	10,32	44,775
113 DAS	609,069**	210,418*	44,279 ^{ns}	225,453 ^{ns}	51,198	15,61	45,833
Experimento II							
20 DAS	1,854**	2,608*	0,284 ^{ns}	1,525 ^{ns}	0,637	12,84	6,216
35 DAS	20,692**	14,852 ^{ns}	2,528 ^{ns}	12,186 ^{ns}	5,249	16,47	13,911
55 DAS	112,486**	49,525*	5,666 ^{ns}	135,158 ^{ns}	12,609	15,39	23,066
80 DAS	338,319**	25,144 ^{ns}	42,860 ^{ns}	606,636 ^{ns}	46,547	15,93	42,822
105 DAS	507,246**	35,258 ^{ns}	116,412*	120,775 ^{ns}	65,910	16,08	50,500

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

Já no segundo experimento, as plantas submetidas ao estresse salino na fase vegetativa (B-EV, C-EV e BC-EV) também tiveram o crescimento inibido em número de folhas em relação às plantas sem aplicação de estresse. Diferentemente do primeiro experimento, com reduções no final do ciclo (105 DAS) de 19,76%, 26,43% e 19,19%, em relação ao manejo sem aplicação de água salina, B-E0, C-E0 e BC-E0, respectivamente (Tabela 5). Quando o estresse salino foi aplicado na frutificação durante o segundo ciclo de produção, não se registraram diferenças significativas no número de folhas ao longo do ciclo da cultura em relação aos manejos com água de baixa salinidade (Tabela 5). Este fato é um indicativo de que a exposição da planta à salinidade da água de irrigação durante essa fase exerce menor efeito sobre o crescimento vegetativo das plantas, quando comparadas ao primeiro ciclo de produção. A expressão da tolerância à salinidade em qualquer cultura é um processo complexo, podendo ser manifestada em caracteres fisiológicos e morfológicos (SHANNON, 1984). Segundo Mathieu et al. (2007) e Cokus et al. (2008) as plantas podem perceber fatores estressantes durante o crescimento

vegetativo e ‘memorizá-los’, possivelmente por mecanismos epigenéticos, podendo ser repassados para progênie, através da herança transgeracional do epigenoma, resultando na melhoria significativa da tolerância à salinidade.

Tabela 5. Teste de médias referente ao número de folhas (NF) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II

Estratégias de Manejo	Médias de Número de Folhas				
	Experimento I				
	23 DAS	37 DAS	59 DAS	93 DAS	113 DAS
T1- A ₁ B ₁ C ₁	4,555 a	23,814 a	45,703 a	51,148 b	47,740 b
T2- A ₂ B ₁ C ₁	4,314 b	12,851 b	49,018 a	61,592 a	58,092 a
T3- A ₁ B ₂ C ₁	4,685 a	23,333 a	28,703 b	37,592 d	46,240 b
T4- A ₁ B ₁ C ₂	4,481 a	23,999 a	47,277 a	44,500 c	40,074 c
T5- A ₂ B ₁ C ₂	4,277 b	13,333 b	49,277 a	52,629 b	46,907 b
T6- A ₂ B ₂ C ₁	4,092 b	11,777 b	18,148 c	36,111 d	50,074 b
T7- A ₁ B ₂ C ₂	4,500 a	22,407 a	29,148 b	29,851 e	31,703 d
	Experimento II				
	20 DAS	35 DAS	55 DAS	80 DAS	105 DAS
T1 – A-E0	6,555 a	14,111 a	22,944 a	47,555 a	61,388 a
T2 – B-E0	6,388 a	15,111 a	26,055 a	46,944 a	51,722 b
T3 – B-EV	5,722 b	11,611 b	17,000 b	31,222 b	41,500 c
T4 – B-EFL	7,000 a	14,500 a	26,611 a	43,944 a	47,555 c
T5 – C-E0	6,611 a	15,611 a	26,055 a	47,500 a	56,333 b
T6 – C-EV	5,944 b	12,055 b	18,833 b	35,777 b	41,444 c
T7 – C-EFR	6,444 a	15,222 a	25,277 a	49,944 a	60,888 a
T8 – BC-E0	5,888 b	14,055 a	23,611 a	44,500 a	53,833 b
T9 – BC-EV	5,555 b	11,833 b	18,944 b	36,777 b	43,500 c
T10 – BC-EFF	6,055 b	15,000 a	25,333 a	44,055 a	46,833 c

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$).

Experimento I: A₁, B₁, C₁: sem salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e A₂, B₂, C₂: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Experimento II: A- sementes oriundas de plantas irrigadas no primeiro experimento com água de 0,8 dS m⁻¹, B- sementes de plantas irrigadas no ciclo anterior com água salinizada na floração, C- sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada na frutificação e BC- sementes produzidas no primeiro experimento sob alta salinidade na floração e formação da produção; E0: sem salinidade; EV, EFL, EFR, EFF: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, no novo experimento.

Nota-se no primeiro ciclo de produção que o genótipo ‘BRS Topázio’ se destacou em maior número de folhas, aos 23 DAS, com valor médio de 4,60 folhas por planta, 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 (Figura 1A). Quando os três genótipos foram avaliados aos 20 e 55 DAS,

durante o segundo ciclo de produção, o maior número de folhas também foi observado na ‘BRS Safira’, 6,53 e 24,55 folhas, respectivamente, ou seja, incremento de 73,40% nesse período (Figura 1B). Estas distinções no número de folhas podem ser explicadas pelas distintas constituições genéticas dos genótipos avaliados, diferenças de crescimento, entre genótipos de algodoeiro, também foram relatadas por Queiroz e Bull (2001) e Pereira (2012).

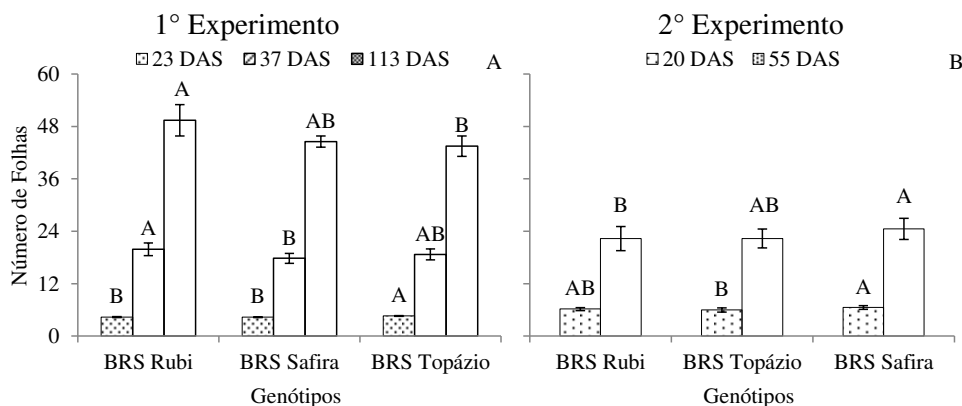


Figura 1. Teste de médias referente ao número de folhas (NF) entre os genótipos de algodoeiro, em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Por desdobramento do efeito das estratégias de manejo da salinidade em cada genótipo de algodoeiro estudado aos 105 DAS no segundo ciclo de produção (Tabela 6); os números de folhas foram semelhantes no genótipo ‘BRS Topázio’, independente das estratégias de manejo da salinidade, demonstrando que as plantas desse genótipo compensaram os efeitos da exposição da salinidade, ocorrendo uma retomada na emissão foliar. Semelhante magnitude de herdabilidade para tolerância à salinidade, em *Gossypium hirsutum*, foi relatada por Azhar e Raza (2000), uma evidência que esta variação pode ser utilizada, vantajosamente, para melhorias na espécie, pois se trata de um componente genético significativo.

Diferenças entre os genótipos foram obtidas na emissão foliar quando se adotou a estratégia de manejo da água salinizada na fase vegetativa (BC-EV), oriunda de sementes produzidas no primeiro ciclo com salinidade nas fases de floração e frutificação; sendo o menor valor obtido na ‘BRS Rubi’, que foi de 25,88% e 44,24% inferior ao obtidos na ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’, respectivamente (Tabela 6). A diminuição no crescimento do algodoeiro pode ter ocorrido devido ao efeito osmótico ou toxicidade iônica causada pela absorção de sais. No

entanto, a resposta diferencial de crescimento à salinidade observada entre ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ pode ser devido a diferenças genotípicas.

Tabela 6. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo relativo ao número de folhas do algodoeiro, aos 105 dias após a semeadura no Experimento II.

Estratégias de Manejo	Genótipos		
	BRS Rubi	BRS Topázio	BRS Safira
T1 – A-E0	60,500 aA	57,166 aA	66,500 aA
T2 – B-E0	55,833 aA	49,500 aA	49,833 bA
T3 – B-EV	35,500 cA	40,666 aA	48,333 bA
T4 – B-EFL	47,333 bA	50,333 aA	45,000 bA
T5 – C-E0	57,833 aA	56,000 aA	55,166 aA
T6 – C-EV	35,666 cA	48,000 aA	40,666 bA
T7 – C-EFR	68,500 aA	55,000 aA	59,166 aA
T8 – BC-E0	59,166 aA	54,000 aA	48,333 bA
T9 – BC-EV	31,500 cB	42,500 aAB	56,500 aA
T10 – BC-EFF	47,500 bA	45,000 aA	48,000 bA

Letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha iguais indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$) e entre genótipos (Tukey, $p < 0,05$), respectivamente;

Experimento II: A- sementes oriundas de plantas irrigadas no primeiro experimento com água de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$, B- sementes de plantas irrigadas no ciclo anterior com água salinizada na floração, C- sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada na frutificação e BC- sementes produzidas no primeiro experimento sob alta salinidade na floração e formação da produção; E0: sem salinidade; EV, EFL, EFR, EFF: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, no novo experimento.

Na Figura 2 podem ser observadas tendências de crescimento em número de folhas das plantas de algodoeiro, em função do tempo, no primeiro e segundo ciclo produtivo. A diminuição na emissão de folhas das plantas de algodoeiro submetidas ao estresse salino na fase vegetativa no Experimento 1 ($A_2B_1C_1$) e no Experimento 2 (B-EV, C-EV e BC-EV) em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade, tais decréscimos podem ser relacionados ao fato que essas plantas foram provenientes de sementes produzidas no primeiro ciclo sob condições de elevada salinidade. Nota-se, ainda, na Figura 2, desempenho idêntico entre as demais estratégias de manejo da salinidade, porém, verificam-se acréscimos no número de folhas no segundo ciclo de produção do algodoeiro de 2,75%, 34,18% e 32,30% nas plantas irrigadas com água salinizada (9 dS m^{-1}) nas fases de floração, frutificação e floração/frutificação, quando comparadas ao primeiro ciclo de produção, no qual os estádios de floração e formação da produção tiveram uma duração maior, o que pode ter acarretado precocidade na abertura de capulhos, prolongando, dessa maneira, o período de exposição ao estresse salino nessas fases.

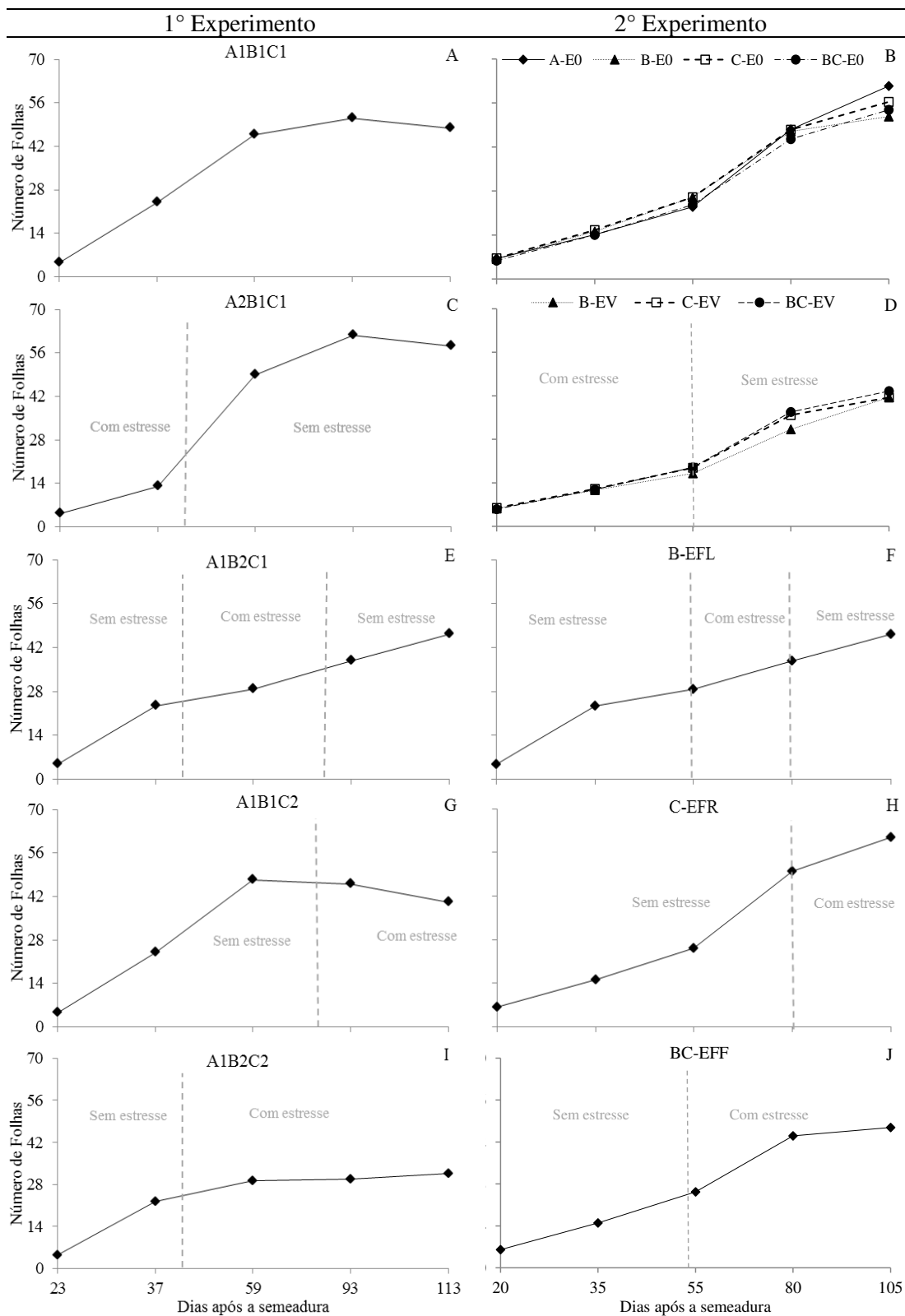


Figura 2. Número de folhas (NF) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade, em análise conjunta, dos Experimentos I e II

• **Área foliar**

Ocorreram diferenças entre as estratégias de manejo da salinidade na área foliar ($p < 0,01$) nos dois experimentos. Por meio de desdobramento estatístico para análise do efeito da interação entre os fatores, constatou-se efeito significativo sobre a área foliar, apenas no primeiro ciclo de produção, aos 37 DAS ($p < 0,01$). Por outro lado, os genótipos de algodoeiro analisados foram diferentes, significativamente, quanto à área foliar, aos 37 e 59 DAS no Experimento I e aos 20 e 35 no Experimento II (Tabela 7). Jácome et al. (2003), estudando genótipos de algodoeiro sob estresse salino, também constataram efeito da interação para a área foliar, assim como observado no primeiro experimento. Ficam evidentes, portanto, variações do efeito do estresse salino sobre a área foliar entre genótipos de algodão.

A partir da análise de variância para área foliar no segundo experimento (Tabela 7), verificou-se não haver interação significativa entre as estratégias de manejo e genótipos de algodoeiro para todas as épocas avaliadas (20, 35 e 55 DAS); indicando que o crescimento em área foliar dos genótipos submetidos ao estresse salino cumulativo entre cultivos independe da adoção de estratégias de manejo da água salinizada, principalmente na fase vegetativa, visto que nessas avaliações ainda não se havia iniciado os tratamentos salinos das demais estratégias.

Tabela 7. Resumo das análises de variância para a área foliar (cm^2) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 23, 37 e 59 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35 e 55 dias após a semeadura no Experimento II

Área foliar	Quadrados Médios					CV (%)	Média Geral
	Estratégias de Manejo	Genótipos	EM x G	Bloco	Resíduo		
Experimento I							
23 DAS	13095,04**	1178,97 ^{ns}	2507,83 ^{ns}	50773,52**	1926,43	12,57	349,300
37 DAS	6872086,51**	1198372,18**	103250,52**	303124,68**	36947,31	9,53	2017,861
59 DAS	12643230,40**	2317520,54**	259180,54 ^{ns}	77865,47 ^{ns}	184925,97	15,81	2720,239
Experimento II							
20 DAS	44151,62**	91310,86**	8571,17 ^{ns}	68141,08 ^{ns}	8389,80	14,54	629,93
35 DAS	55356,69**	330465,17*	61993,46 ^{ns}	726513,05 ^{ns}	85731,45	20,64	1418,34
55 DAS	5662117,18*	364332,90 ^{ns}	2224038,48 ^{ns}	1275363,06 ^{ns}	2388095,37	55,89	2765,20

^{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 médias, referentes às estratégias de manejo de aplicação de água salinas, relativo a área foliar (Tabela 8), observam-se, aos 23, 37 e 59 DAS, que as estratégias de manejo com água salina nas fases vegetativa e de floração (T2, T3, T5, T6 e T7) resultaram em decréscimos na AF de 59,60%, 31,77%, 55,79%, 70,67% e 22,23% respectivamente, quando comparadas às plantas irrigadas com água de baixa salinidade (0,8 dS m⁻¹) aos 59 DAS. Para Cruz et al. (2003), reduções na área foliar é um importante mecanismos adaptativo de plantas cultivadas sob excesso de sais, visto que, sob tais condições, a redução na transpiração diminuir o acúmulo de Na⁺ e Cl⁻ nos tecidos das plantas.

Tabela 8. Teste de médias referente a área foliar (AF) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 37 e 59, dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35 e 55 dias após a semeadura no Experimento II

Estratégias de Manejo	Médias de Área Foliar (cm ²)		
	Experimento I		
	23 DAS	37 DAS	59 DAS
T1- A ₁ B ₁ C ₁	386,265 a	1180,938 a	4142,631 a
T2- A ₂ B ₁ C ₁	318,135 b	640,182 b	1673,532 c
T3- A ₁ B ₂ C ₁	370,252 a	1163,435 a	2826,350 b
T4- A ₁ B ₁ C ₂	367,574 a	1145,831 a	4131,290 a
T5- A ₂ B ₁ C ₂	341,062 a	677,771 b	1831,295 c
T6- A ₂ B ₂ C ₁	281,535 b	586,246 b	1214,902 d
T7- A ₁ B ₂ C ₂	380,274 a	1201,786 a	3221,677 b
	Experimento II		
	20 DAS	35 DAS	55 DAS
T1 – A-E0	675,823 a	1516,411 a	2827,352 a
T2 – B-E0	687,462 a	1707,225 a	3041,774 a
T3 – B-EV	515,677 b	1020,182 b	1672,514 b
T4 – B-EFL	678,175 a	1486,080 a	2929,957 a
T5 – C-E0	693,681 a	1596,040 a	3198,529 a
T6 – C-EV	549,167 b	1088,955 b	1832,898 b
T7 – C-EFR	661,578 a	1494,435 a	4344,167 a
T8 – BC-E0	630,831 a	1486,118 a	2860,965 a
T9 – BC-EV	531,482 b	1124,085 b	1910,958 b
T10 – BC-EFF	675,458 a	1663,956 a	3032,886 a

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, p<0,05). Experimento I: A1, B1, C1: sem salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e A2, B2, C2: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Experimento II: A- sementes oriundas de plantas irrigadas no primeiro experimento com água de 0,8 dS m⁻¹, B- sementes de plantas irrigadas no ciclo anterior com água salinizada na floração, C- sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada na frutificação e BC- sementes produzidas no primeiro experimento sob alta salinidade na floração e formação da produção; E0: sem salinidade; EV, EFL, EFR, EFF: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, no novo experimento.

No segundo experimento, reduções na expansão foliar foram observadas apenas na fase vegetativa do algodoeiro, quando se adotaram as estratégias de manejo B-EV, C-EV e BC-EV, com reduções na área foliar de 1369,26, 1365,63 e 950,00 cm², ou seja, reduções de 45,01%, 42,69% e 33,20% na área foliar, quando comparadas as estratégias B-E0, C-E0 e BC-E0, respectivamente, contudo, essas reduções foram menores quando comparadas às obtidas no primeiro experimento (Tabela 8), o que remete a questionar se os parâmetros do aparato fotossintético das plantas dessas estratégias de manejo da salinidade acompanharam a mesma tendência, o que poderá ser observado adiante, uma vez que, as folhas estão diretamente relacionadas à interceptação luminosa e à fotossíntese.

Dentre os genótipos analisados, independente da estratégia de manejo da água salinizada, no Experimento I a ‘BRS Rubi’ formou maior área foliar (3093,41 cm²) aos 59 DAS, superando as cultivares ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ em 20,58% e 15,60%, respectivamente (Figura 3A). De forma semelhante, no experimento II, o genótipo com maior média aos 20 e 35 DAS, foi o ‘BRS Rubi’, com 683,19 e 1508,42 cm², porém, não diferiu estatisticamente do genótipo ‘BRS Safira’ (Figura 3B). Assim, pode-se constatar que o genótipo ‘BRS Rubi’ teve maior potencial de crescimento em área foliar nos dois ciclos de produção; outro fato importante, a se destacar na área foliar, é sua relação direta no processo fotossintético, pela interceptação da energia luminosa. Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir um maior índice de área foliar e quanto mais tempo permanecer em atividade fotossintética (SILVA et al., 2008).

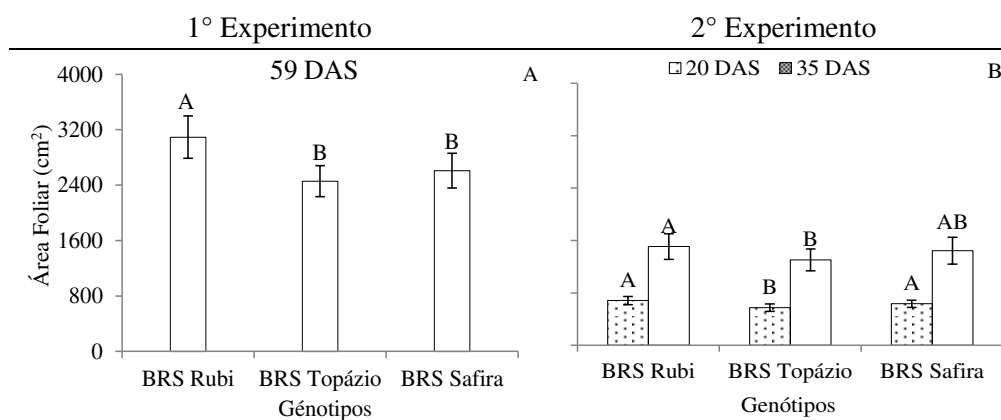


Figura 3. Teste de médias referente à área foliar (AF) entre os genótipos de algodoeiro, em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Aos 37 DAS, no primeiro ciclo de produção do algodoeiro, ao estudar as estratégias de manejo da salinidade em cada genótipo de algodoeiro (Figura 4), não se constatou diferença significativa entre as cultivares, quando as plantas foram irrigadas com água salina na fase vegetativa, conforme as estratégias T2, T5 e T6 (Figura 4). Nesse período, as plantas estavam sendo irrigadas com água salinizada na fase vegetativa, há 21 dias; plantas irrigadas com baixa CEa ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) já tinham área foliar superior em cerca de 1761,36, 1668,68 e 1898,54 cm^2 , comparativamente àquelas cultivadas sob alta salinidade da água de irrigação, ou seja, decréscimos de 61,30%, 58,08% e 66,07% nas estratégias de manejo $A_2B_1C_1$, $A_2B_1C_2$ e $A_2B_2C_1$, respectivamente (Figura 4).

De acordo com informações da Embrapa (2006), existem genótipos de algodão com características agronômicas peculiares, tornando-as importantes para programas de melhoramento genético. As características particulares de cada cultivar têm influências diretas sobre a produção biológica das plantas, podendo-se atribuir as divergências observadas na área foliar à constituição genética de cada genótipo. Oliveira et al. (2008), ao avaliar os efeitos da irrigação com água salina no desenvolvimento inicial do algodoeiro, verificaram redução significativa da área foliar com aumento da salinidade da água de irrigação.

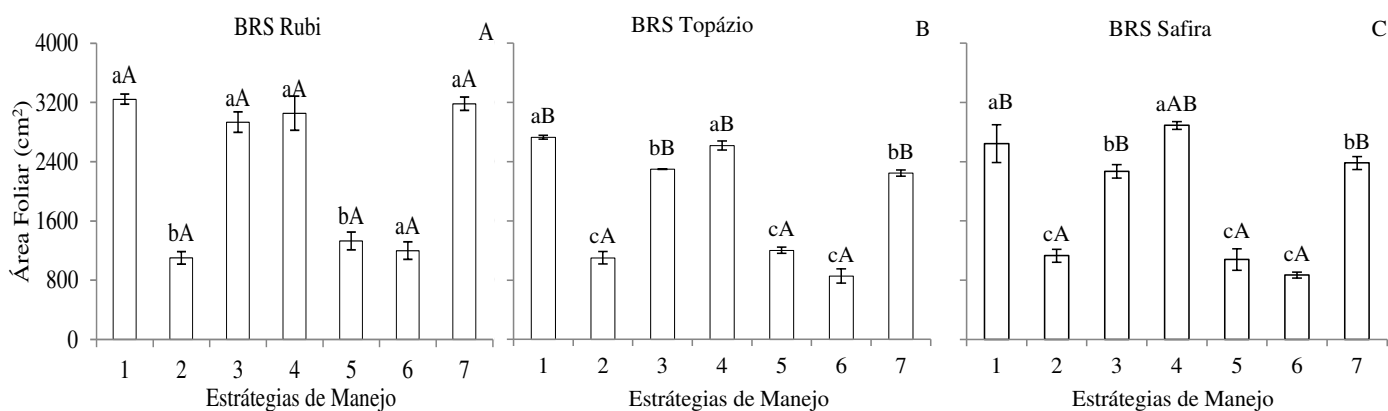


Figura 4. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para área foliar do algodoeiro, aos 37 dias após a semeadura no Experimento I. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

• **Diâmetro de caule**

Verificaram-se diferenças em diâmetro, entre as estratégias de manejo da salinidade ($p < 0,01$) e genótipos ($p < 0,01$), em ambos os Experimentos (Tabela 9), nas várias datas de avaliação, exceto aos 20 DAS no Experimento II. A falta de efeito significativo da interação entre os fatores sobre o diâmetro de caule das plantas, é uma evidência de não serem interdependentes, isto é, os efeitos das estratégias de irrigação com água salina não dependeram dos genótipos.

Tabela 9. Resumo das análises de variância para o diâmetro de caule (DC) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II

Diâmetro de caule	Quadrados Médios					CV (%)	Média Geral
	Estratégias de Manejo	Genótipos	EM x G	Bloco	Resíduo		
Experimento I							
23 DAS	0,192**	0,326**	0,023 ^{ns}	0,363 ^{ns}	0,032	5,23	3,43
37 DAS	9,523**	0,735**	0,105 ^{ns}	0,306 ^{ns}	0,132	5,73	6,34
59 DAS	9,012**	3,805**	0,363 ^{ns}	0,349 ^{ns}	0,206	5,56	8,18
93 DAS	4,923**	7,536**	3,655 ^{ns}	1,809 ^{ns}	0,475	8,07	8,54
113 DAS	2,636**	3,650**	0,304 ^{ns}	1,058 ^{ns}	0,424	7,25	8,984
Experimento II							
20 DAS	0,028 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,280 ^{ns}	0,053	9,69	2,39
35 DAS	2,122**	0,969**	0,166 ^{ns}	0,804 ^{ns}	0,181	6,70	6,35
55 DAS	2,792**	4,432**	0,220 ^{ns}	2,414 ^{ns}	0,230	6,28	7,63
80 DAS	3,016**	5,987**	0,278 ^{ns}	0,352 ^{ns}	0,467	6,92	9,87
105 DAS	3,968**	14,734**	0,754 ^{ns}	2,412 ^{ns}	0,791	9,05	9,83

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

No primeiro experimento, plantas submetidas ao estresse salino durante a floração (37 – 59 DAS) tiveram reduções no crescimento em diâmetro de caule nos manejos T3, T6 e T7, com declínio no DC, em média, de 14,14%, 31,10% e 14,23%, respectivamente, quando comparadas a estratégia sem salinidade. Outro aspecto relevante foi a recuperação das plantas em diâmetro caulinar nas que estavam sob estresse salino nas fases vegetativa e de floração (T2, T3 e T6) logo após o término da aplicação da salinidade, nestas referidas fases (Tabela 10). No segundo experimento aos 35 e 55 DAS, observa-se que o diâmetro de caule das plantas submetidas às estratégias de manejo B-EV, C-EV e BC-EV, as quais foram irrigadas com água salina na fase

vegetativa, tiveram decréscimos em relação às irrigadas com água de baixa CEa de 1,11, 0,92 e 0,86 mm (Tabela 10). Algumas culturas anuais são sensíveis ao estresse salino durante o crescimento vegetativo, sendo tais efeitos evidenciados em algodão (ABUL-NAAS e OMRAN, 1974), milho (MAAS et al., 1983) e melão (BOTIA et al., 2005).

Tabela 10. Teste de médias para o diâmetro de caule (DC) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II

Estratégias de Manejo	Médias de Diâmetro de caule (mm)				
	Experimento I				
	23 DAS	37 DAS	59 DAS	93 DAS	113 DAS
T1- A ₁ B ₁ C ₁	3,633 a	7,283 a	9,144 a	9,362 a	9,424 a
T2- A ₂ B ₁ C ₁	3,275 b	5,298 b	8,520 b	9,187 a	9,365 a
T3- A ₁ B ₂ C ₁	3,534 a	6,975 a	7,851 c	8,261 b	9,261 a
T4- A ₁ B ₁ C ₂	3,512 a	7,274 a	9,264 a	9,268 a	9,396 a
T5- A ₂ B ₁ C ₂	3,388 b	5,388 b	8,351 b	8,405 b	8,498 b
T6- A ₂ B ₂ C ₁	3,228 b	5,075 b	6,300 d	7,500 c	8,927 a
T7- A ₁ B ₂ C ₂	3,488 a	7,111 a	7,842 c	7,848 c	8,018 b
	Experimento II				
	20 DAS	35 DAS	55 DAS	80 DAS	105 DAS
T1 – A-E0	2,466 a	6,470 a	7,814 a	10,287 a	10,367 a
T2 – B-E0	2,433 a	6,901 a	8,102 a	10,411 a	10,603 a
T3 – B-EV	2,422 a	5,750 b	6,696 b	8,949 b	8,742 b
T4 – B-EFL	2,338 a	5,637 b	7,853 a	9,517 b	9,277 b
T5 – C-E0	2,366 a	6,649 a	8,096 a	10,345 a	10,337 a
T6 – C-EV	2,355 a	5,637 b	6,888 b	9,251 b	9,223 b
T7 – C-EFR	2,416 a	6,593 a	8,140 a	10,548 a	10,539 a
T8 – BC-E0	2,388 a	6,473 a	7,828 a	10,307 a	10,259 a
T9 – BC-EV	2,433 a	5,636 b	6,965 b	9,308 b	9,321 b
T10 – BC-EFF	2,277 a	6,649 a	7,952 a	9,829 a	9,682 b

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$). Experimento I: A₁, B₁, C₁: sem salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e A₂, B₂, C₂: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Experimento II: A- sementes oriundas de plantas irrigadas no primeiro experimento com água de 0,8 dS m⁻¹, B- sementes de plantas irrigadas no ciclo anterior com água salinizada na floração, C- sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada na frutificação e BC- sementes produzidas no primeiro experimento sob alta salinidade na floração e formação da produção; E0: sem salinidade; EV, EFL, EFR, EFF: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, no novo experimento.

Quando a estratégia de manejo cuja aplicação de água salinizada compreendeu apenas fase de frutificação (C-EFR) registraram DC de 10,54 mm nas plantas contra 10,34 mm nas plantas submetidas ao manejo C-E0, ao final do segundo ciclo da cultura (Tabela 10), este acréscimo foi mais expressivo, quando comparado com as demais estratégias de manejo da

salinidade, em ambos os experimentos, devido possivelmente, ao fato das plantas serem provenientes de sementes produzidas sob estresse salino na fase de frutificação no experimento anterior. Conforme Baulcombe e Dean (2014), as alterações epigenéticas permitem que os estados celulares alterados, devido as condições estressantes, persistam através das divisões celulares (gametogênese), fornecendo uma memória molecular estável que favorecem a fase de manutenção a essas condições através de muitas gerações.

Este fato é um indicativo de que a exposição dos algodoeiros à salinidade da água de irrigação, durante a fase de frutificação, exerce menor efeito sobre o crescimento vegetativo das plantas, em diâmetro. De maneira geral, a salinidade afeta negativamente as plantas em todos os estádios, sendo que, em algumas culturas mais sensíveis, isto pode variar dos primeiros estádios para os últimos (MAAS e HOFFMAN, 1977). De acordo com Fageria et al. (2010), a seleção das culturas para tolerância à salinidade deve ser feita no estádio mais sensível; é possível, também, irrigar com água salina durante o estádio de maior tolerância e usar água com baixa salinidade durante o estádio mais sensível.

Ao se comparar os genótipos de algodoeiro, notou-se diferença entre os genótipos no diâmetro de caule no primeiro e segundo experimento (Tabela 11); sendo possível observar que o genótipo ‘BRS Safira’ apresentou maior crescimento em diâmetro de caule, não diferindo estatisticamente dos valores observados na ‘BRS Topázio’. Por outro lado, o valor de diâmetro de caule para ‘BRS Safira’ diferiu de forma significativa do valor (8,57 e 9,09 cm) observado na ‘BRS Rubi’, com diferença percentual de 8,85% e 13,27% entre esses genótipos, aos 113 e 105 dias após a semeadura, no Experimento I e Experimento II, respectivamente (Tabela 11).

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.

Tabela 11. Teste de médias para o diâmetro de caule (DC) em função dos os genótipos de algodoeiro, aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II

Genótipos	Médias de Diâmetro de caule (mm)				
	Experimento I				
	23 DAS	37 DAS	59 DAS	93 DAS	113 DAS
BRS Rubi	3,00 B	6,138 B	7,719 B	8,095 B	8,578 B
BRS Topázio	3,469 A	6,387 AB	8,271 A	8,612 AB	8,963 AB
BRS Safira	3,542 A	6,505 A	8,556 A	8,934 A	9,411 A
	Experimento II				
	20 DAS	35 DAS	55 DAS	80 DAS	105 DAS
BRS Rubi	2,406 A	6,174 B	7,262 C	9,416 B	9,091 B
BRS Topázio	2,356 A	6,349 AB	7,608 B	9,902 A	9,933 A
BRS Safira	2,406 A	6,534 A	8,030 A	10,308 A	10,482 A

Letras maiúsculas na coluna indicam não haver diferença significativa entre os genótipos (Tukey, $p < 0,05$)

Na Figura 5 se encontra a evolução durante os dois ciclos de cultivo do diâmetro de caule das plantas de algodão em função das estratégias de manejo da salinidade e dos genótipos, correspondendo ao período de 23 a 113 DAS no experimento I e dos 20 a 105 DAS no experimento II. No primeiro experimento (23 a 113 DAS), a aplicação de água salinizada no estágio inicial do desenvolvimento (fase vegetativa), resultou em decréscimo no DC de 27,37% ao final da fase vegetativa da cultura, em relação às plantas cultivadas sem estresse salino.

No segundo experimento, o estresse salino aplicado na fase vegetativa, dos 20 DAS até o início da floração (55 DAS) resultou em decréscimos no diâmetro de caule em relação às plantas sem estresse salino ao longo do ciclo da cultura. Diferentemente dos resultados obtidos no primeiro experimento, as plantas submetidas aos manejos da salinidade da água C-EFR e BC-EFF, em que a irrigação foi realizada com água salina, dos 80 aos 105 DAS e dos 55 aos 105 DAS, respectivamente, tinham ao final do ciclo DC em torno de 10,53 e 9,68 mm, sem diferirem das plantas irrigadas com águas menos salinas ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$), cujo valor foi de 10,36 mm, uma evidência de que o uso de água salina nesses estádios de desenvolvimento não interferiu no crescimento da cultura (Figura 5).

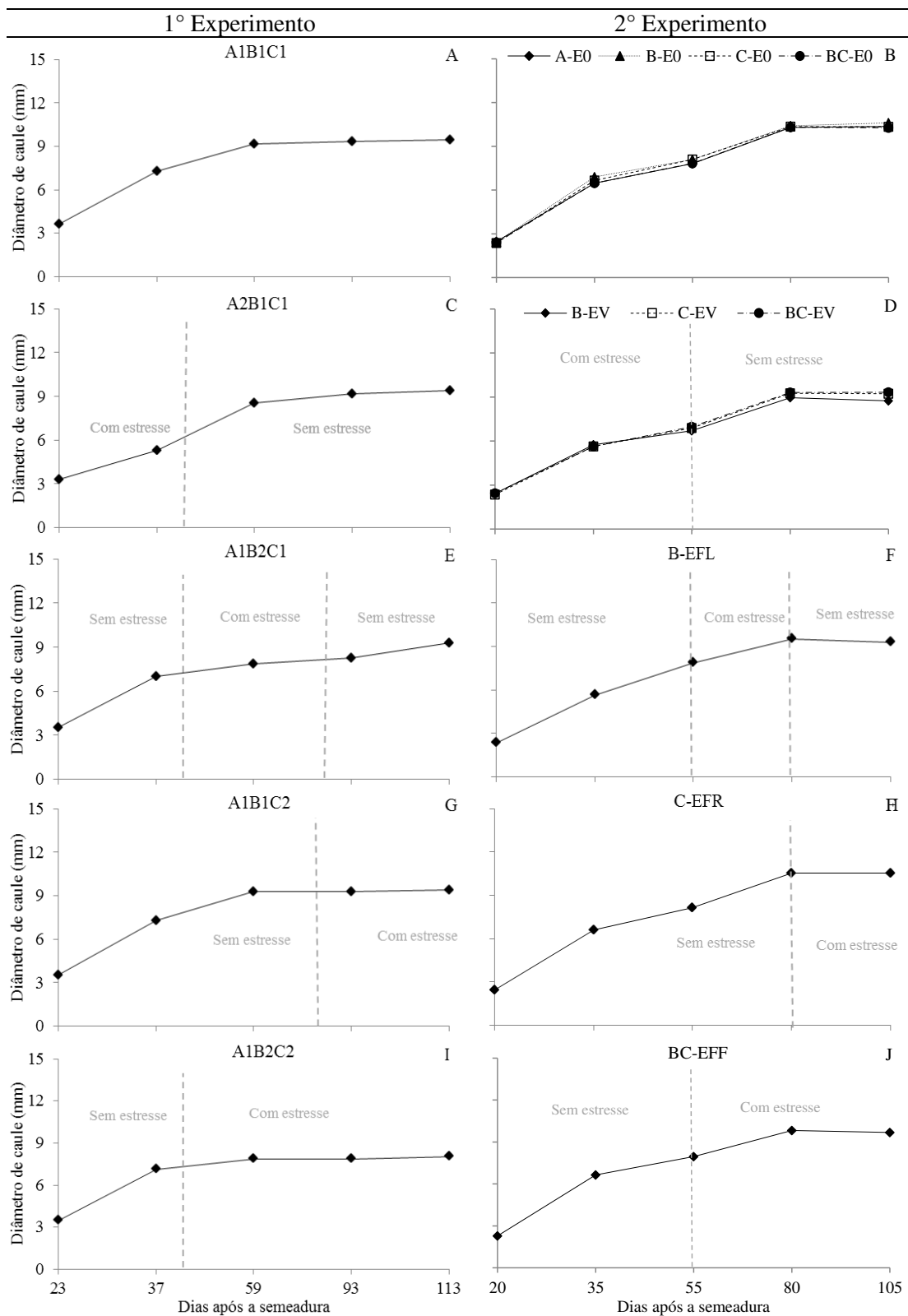


Figura 5. Diâmetro de caule (DC) em função do tempo relativo aos genótipos de algodoeiro estudados nas estratégias de manejo da salinidade, em análise conjunta, dos Experimentos I e II

• **Altura de plantas**

Conforme indicado na Tabela 12, ocorreu diferenças entre as estratégias de manejo da salinidade sobre a altura de plantas (AP) nos dois experimentos em todas as épocas avaliadas, com exceção dos 20 DAS, no segundo experimento, cujo uso alternado de águas de baixa e alta salinidade não promoveu alterações na AP. Em relação ao fator genótipos de algodoeiro houve diferenças significativas ($p < 0,01$) entre eles, em todas as épocas avaliadas. Quanto, a interação entre os fatores (estratégias de manejo x genótipos), constatou-se efeito significativo na altura de plantas apenas aos 105 DAS, do segundo ciclo de produção.

Tabela 12. Resumo das análises de variância para altura de plantas (AP) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II

Altura de Plantas	Quadrados Médios					CV (%)	Média Geral
	Estratégias de Manejo	Genótipos	EM x G	Bloco	Resíduo		
Experimento I							
23 DAS	7,696**	115,209**	3,560 ^{ns}	39,011 ^{ns}	2,256	7,30	20,57
37 DAS	778,674**	599,359**	17,748 ^{ns}	142,319 ^{ns}	12,152	6,78	51,45
59 DAS	2299,360**	2939,660**	43,740 ^{ns}	33,306 ^{ns}	26,662	6,17	83,63
93 DAS	2435,731**	3976,849**	73,244 ^{ns}	138,743 ^{ns}	56,642	8,10	92,85
113 DAS	1551,211**	4838,157**	78,975 ^{ns}	179,530 ^{ns}	82,364	9,27	97,91
Experimento II							
20 DAS	1,106 ^{ns}	4,457*	1,305 ^{ns}	0,832 ^{ns}	1,202	9,68	11,32
35 DAS	119,819**	919,240**	14,644 ^{ns}	684,565 ^{ns}	16,644	9,11	44,78
55 DAS	472,126**	3808,055**	41,812 ^{ns}	1319,779 ^{ns}	36,874	8,94	67,93
80 DAS	86,958**	13234,227**	140,108 ^{ns}	2654,816 ^{ns}	89,326	9,40	100,50
105 DAS	674,624**	16044,476**	241,244**	3436,140 ^{ns}	95,849	9,33	104,89

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

Baseando-se no teste de agrupamento de médias (Tabela 13), no primeiro experimento as plantas submetidas às estratégias de manejo da salinidade A₁B₁C₁ cresceram mais em altura, que as formadas nos tratamentos A₂B₁C₁, A₂B₁C₂ e A₂B₂C₁, que tiveram reduções na AP de 7,93%, 7,49% e 41,57% no período entre 23 e 59 DAS, significando o efeito mais prejudicial da salinidade na fase vegetativa, quando combinada à irrigação no período de floração. Relacionando, ainda, ao primeiro cultivo, quando a irrigação com água salina foi na fase de

florescimento ($A_1B_2C_1$) e formação da produção ($A_1B_2C_2$), ao final do ciclo a altura de plantas foi reduzida em 20,89% e 31,55%, ou seja, reduções equivalentes a 23,07 e 34,84 cm, em relação às plantas irrigadas com água de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ durante todo o ciclo (Tabela 13). Oliveira et al. (2008) trabalhando com cultivares de algodoeiro irrigadas com água de diferentes salinidades (0,5 a $8,5 \text{ dS m}^{-1}$) no período de 21 ao 56 dias após o plantio de algodão, verificaram que o crescimento de três cultivares foi inibido pelo aumento da concentração de sais na água de irrigação.

No segundo experimento, também houve redução na altura das plantas, conforme a estratégia de manejo da salinidade (Tabela 13). Cujo o efeito dos tratamentos começou na segunda avaliação, aos 35 DAS, com redução em altura nos algodoeiros irrigados com água salina na fase vegetativa (B-EV, C-EV e BC-EV), repetindo-se a mesma tendência na avaliação aos 55 DAS. Nas duas datas, as sementes desses tratamentos provieram de plantas que, no primeiro experimento, foram submetidas à alta salinidade nas fases de floração (B), de frutificação (C) e floração/frutificação (BC).

Comparando-se o crescimento dessas plantas com 55 DAS, ao das plantas que no segundo experimento receberam água com baixa salinidade (B-E0, C-E0 e BC-E0), mas que se originaram, respectivamente, das mesmas sementes, registraram-se decréscimos de 19,01%, 23,52% e 17,99%, o que, possivelmente comprometeu a retomada no crescimento em AP na fase vegetativa mesmo após o término da exposição a condições de salinidade da água.

Destaca-se, ainda, que no segundo experimento, aos 80 e 105 DAS, às maiores médias quanto à altura de plantas foram obtidas nas estratégias com uso de água de baixa salinidade (C-E0) e com estresse salino na fase de formação da produção (C-EFR), semelhantemente ao diâmetro de caule; plantas sob esta essa estratégia tiveram AP de 114,82 cm ao final do ciclo; sendo próximo ao encontrado na estratégia sem estresse salino ao longo do ciclo da cultura (T5) verificando-se AP de 114,25 cm (Tabela 13). Quando a planta é submetida a estresses abióticos, alguns genes são induzidos, resultando no aumento dos níveis de vários metabólitos e proteínas, algumas dessas poderão ser responsáveis por conferir certo grau de proteção para essas condições (BHATNAGAR-MATHUR et al., 2008).

Tabela 13. Teste de médias para altura de plantas (AP) sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade, aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II

Estratégias de Manejo	Médias de Altura de plantas (cm)				
	Experimento I				
	23 DAS	37 DAS	59 DAS	93 DAS	113 DAS
T1- A ₁ B ₁ C ₁	21,651 a	60,272 a	99,488 a	110,335 a	110,414 a
T2- A ₂ B ₁ C ₁	19,866 b	42,727 b	91,596 b	109,638 a	112,642 a
T3- A ₁ B ₂ C ₁	21,240 a	58,127 a	71,894 c	78,907 c	87,340 c
T4- A ₁ B ₁ C ₂	21,325 a	60,031 a	99,320 a	103,231 b	103,953 b
T5- A ₂ B ₁ C ₂	20,057 b	42,607 b	92,033 b	99,370 b	100,333 b
T6- A ₂ B ₂ C ₁	19,103 b	39,611 b	58,125 d	73,755 c	95,146 b
T7- A ₁ B ₂ C ₂	20,751 a	56,799 a	73,001 c	74,768 c	75,572 d
	Experimento II				
	20 DAS	35 DAS	55 DAS	80 DAS	105 DAS
T1 – A-E0	11,183 a	46,222 a	71,138 a	109,972 a	115,972 a
T2 – B-E0	11,644 a	47,944 a	72,255 a	105,700 a	108,616 a
T3 – B-EV	11,442 a	40,583 b	58,516 b	86,361 c	93,233 b
T4 – B-EFL	11,333 a	47,805 a	71,827 a	99,438 b	100,538 b
T5 – C-E0	11,150 a	48,627 a	75,550 a	110,472 a	114,255 a
T6 – C-EV	11,655 a	40,883 b	57,783 b	88,333 c	96,450 b
T7 – C-EFR	11,855 a	46,972 a	74,733 a	111,855 a	114,822 a
T8 – BC-E0	10,611 a	43,983 a	69,483 a	105,366 a	109,122 a
T9 – BC-EV	11,144 a	38,277 b	56,983 b	88,366 c	95,538 b
T10 – BC-EFF	11,238 a	46,583 a	71,055 a	99,144 b	100,400 b

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$).

Experimento I: A₁, B₁, C₁: sem salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e A₂, B₂, C₂: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Experimento II: A- sementes oriundas de plantas irrigadas no primeiro experimento com água de 0,8 dS m⁻¹, B- sementes de plantas irrigadas no ciclo anterior com água salinizada na floração, C- sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada na frutificação e BC- sementes produzidas no primeiro experimento sob alta salinidade na floração e formação da produção; E0: sem salinidade; EV, EFL, EFR, EFF: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, no novo experimento.

Ao se comparar os genótipos de algodoeiro nos dois experimentos, notou-se diferença entre os genótipos na altura de plantas (Tabela 14); onde é possível observar que o genótipo ‘BRS Safira’ teve maior crescimento em altura de plantas de 22,22, 57,25, 91,17, 108,73 e 115,42 cm no primeiro experimento e 11,75, 50,86, 80,61, 124,50 e 131,311 cm no segundo experimento, em todas as épocas avaliadas. Ainda, a altura das plantas do genótipo ‘BRS Safira’ foi superior aos valores observados na ‘BRS Rubi’, com diferença no final do ciclo de 22,23% e 32,75% em ambos os experimentos, respectivamente. Corroborando com o presente estudo, Brito

(2015) avaliando a tolerância de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos ('BRS Rubi', 'BRS Topázio' e 'BRS Safira') ao estresse salino no segundo ciclo de produção, após poda; também observou maior crescimento das plantas do genótipo 'BRS Safira'.

Tabela 14. Teste de médias para altura de plantas (AP) em função dos genótipos de algodoeiro, aos 23, 37, 59, 93 e 113 dias após a semeadura no Experimento I e aos 20, 35, 55, 80 e 105 dias após a semeadura no Experimento II

Genótipos	Médias de Altura de plantas (mm)				
	Experimento I				
	23 DAS	37 DAS	59 DAS	93 DAS	113 DAS
BRS Rubi	17,890 B	46,738 C	75,303 B	84,306 B	89,758 B
BRS Topázio	26,602 A	50,366 B	78,429 B	85,535 B	88,557 B
BRS Safira	22,220 A	57,256 A	91,179 A	108,732 A	115,427 A
	Experimento II				
	20 DAS	35 DAS	55 DAS	80 DAS	105 DAS
BRS Rubi	11,011 B	40,033 C	59,075 C	85,471 C	88,305 C
BRS Topázio	11,210 AB	43,466 B	64,110 B	91,531 B	95,068 B
BRS Safira	11,756 A	50,865 A	80,613 A	124,500 A	131,311 A

Letras maiúsculas na coluna indicam não haver diferença significativa entre os genótipos (Tukey, $p < 0,05$)

Dentre os genótipos de algodoeiro sob as estratégias de manejo da salinidade no segundo experimento aos 105 DAS (Figura 6), irrigados com CE de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ (A-E0), observa-se que a 'BRS Safira' teve um maior altura de plantas (160 cm), diferindo das 'BRS Rubi' e 'BRS Topázio'; que tiveram 88,91 e 99 cm, respectivamente. Quando as plantas do genótipo 'BRS Topázio' foram submetidas às diferentes estratégias de manejo da salinidade, não se observou diferenças significativas na altura das plantas, fato que foi observado no número de folhas, reforçando a hipótese de uma retomada no crescimento da planta, mesmo após a aplicação do estresse salino (Figura 6). Tais resultados só reforçam que há diferenças dos efeitos de salinidade entre espécies de plantas, entre genótipos de uma mesma espécie e entre estádios de desenvolvimento de um mesmo genótipo (SUN et al., 2009; YAO et al., 2010).

O estresse salino sucessivamente nas fases de floração e formação da produção no segundo experimento, reduziu a altura de plantas em relação às que estavam sob irrigação com água de baixa CE, sendo importante salientar que as plantas sob a estratégia T10 (BC-EFF) tiveram reduções mais expressivas (11,82% e 20,46%) nos genótipos 'BRS Rubi' e 'BRS Safira', respectivamente, uma vez que nessa estratégia as plantas foram irrigadas com água salinizada

(9,0 dS m⁻¹) durante as fases de floração e formação da produção, caracterizando, desta maneira, um estresse sucessivo entre fases, o que pode estar associado à redução na AP (Figura 6).

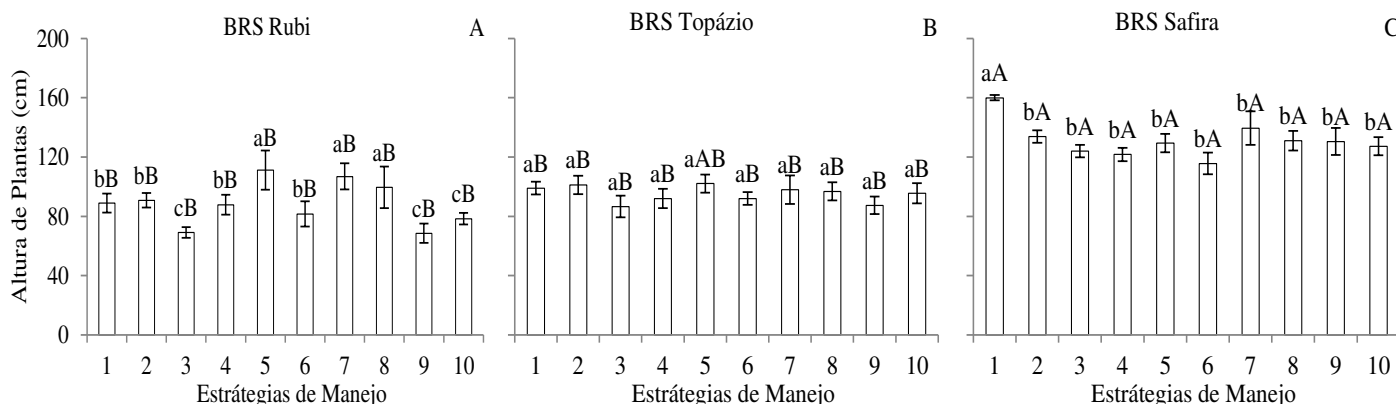


Figura 6. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para altura de plantas do algodoeiro, aos 105 dias após a semeadura no Experimento II. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Mantendo as tendências já observadas para número de folhas e diâmetro de caule, as plantas submetidas ao estresse salino na fase vegetativa em relação às irrigadas com água de baixa condutividade elétrica, em ambos os experimentos; tiveram ao final desta fase decréscimos na AP de 29,10% no primeiro experimento e 13,64% no segundo experimento (Figura 7). Entretanto, o estresse salino na fase vegetativa do segundo experimento resultou em decréscimos de 15,59% (95,07 cm) ao final do ciclo da cultura em comparação ao valor (112,64 cm), obtido no primeiro experimento (Figuras 7B e 7C). Embora, o estresse salino geralmente ocasione mudanças quantitativas na síntese de proteínas, existem controvérsias sobre ativação de genes especializados envolvidos na tolerância ao estresse salino, uma vez que, seu efeito pode estar associado à intensidade da exposição aos sais (MANCHANDA e GARG, 2008; CHAVES et al., 2009).

Diferentemente, no segundo experimento, nas plantas irrigadas com águas salinizadas na floração e na formação da produção notou-se incrementos na altura de plantas, na ordem de 100,53 e 114,82 cm aos 105 DAS; ressalta-se, ainda que ao final do ciclo, essas estratégias de manejo promoveram acréscimos na AP de 13,19 e 10,86 cm respectivamente, quando comparadas aos valores obtidos no primeiro ano de cultivo, irrigadas com essas mesmas estratégias de manejo da salinidade (Figura 7). O uso de águas salinas nesses estádios de desenvolvimento possivelmente não interferiu no crescimento do algodoeiro, uma vez que, essas plantas foram formadas a partir de sementes que já haviam sido expostas a condições de salinidade no Experimento I, nestas mesmas fases; fato esse que pode estar associado à predisposição a expressão de genes associados a melhorias na tolerância a salinidade.

5.2. Parâmetros fisiológicos

No primeiro experimento, com base na análise de variância (ANAVA), constatou-se diferenças significativas entre as estratégias de manejo da salinidade (EM) sobre a condutância estomática (gs), transpiração (E), taxa de assimilação de CO₂ (A) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci), aos 59 e 93 dias após a semeadura, e sobre a concentração interna de CO₂ (Ci) e a eficiência instantânea no uso da água (EiUA), apenas aos 93 DAS (Tabela 15). Entre os genótipos de algodoeiro (G), houve diferença na concentração interna de CO₂ (Ci) e na eficiência instantânea da carboxilação somente aos 93 DAS. Não ocorreu efeito da interação entre os fatores (EM x G).

Em relação ao segundo experimento (dados da ANAVA na Tabela 15), houve efeito das estratégias de manejo da irrigação sobre os parâmetros fisiológicos apenas na avaliação de 55 DAS, uma evidência de terem as plantas se aclimatado ao estresse salino com o decorrer do desenvolvimento, pois aos 80 DAS não se registrou efeito significativo dos fatores em estudo, nem da interação entre eles, em geral. Com os genótipos aconteceu o contrário, sem diferenças entre eles quando as plantas estavam mais jovens (55 DAS), porém, todos os parâmetros fisiológicos variaram, significativamente, entre as cultivares de algodão aos 80 DAS, por se encontrarem em plena formação da produção, com variações, portanto das trocas gasosas. Entretanto, verifica-se efeito para interação (Estratégias de Manejo x Genótipos) para a taxa de assimilação de CO₂ aos 55 DAS e eficiência instantânea no uso da água aos 80 DAS ($p \leq 0,01$).

Tabela 15. Resumo das análises de variância para condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$], concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade (EM) e genótipos de algodoeiro aos 59 e 93 dias após a semeadura no Experimento I e aos 55 e 80 dias após a semeadura no Experimento II

Variáveis	DAS	GL	QM		GL	QM		CV %	Média Geral
			Estratégias de Manejo (EM)	GL		Genótipos (G)	GL		
Experimento I									
gs	59	6	0,032**	2	0,0005 ^{ns}	12	0,0006 ^{ns}	18,59	0,15
E		6	8,661**	2	0,040 ^{ns}	12	0,204 ^{ns}	22,95	3,49
A		6	143,396**	2	6,530 ^{ns}	12	2,378 ^{ns}	18,96	15,12
EiUA		6	0,706 ^{ns}	2	1,135 ^{ns}	12	0,0315 ^{ns}	15,74	4,62
Ci		6	1134,166 ^{ns}	2	2278,572 ^{ns}	12	986,921 ^{ns}	19,84	144,84
EiC		6	0,006**	2	0,004 ^{ns}	12	0,001 ^{ns}	31,50	0,11
gs	93	6	0,033**	2	0,033 ^{ns}	12	0,0002 ^{ns}	21,16	0,12
E		6	10,442**	2	0,072 ^{ns}	12	0,084 ^{ns}	22,11	2,99
A		6	109,087**	2	6,465 ^{ns}	12	2,272 ^{ns}	13,93	11,85
EiUA		6	1,882**	2	0,868 ^{ns}	12	0,230 ^{ns}	14,45	4,37
Ci		6	6642,769**	2	1652,994*	12	378,708 ^{ns}	13,51	163,91
EiC		6	0,001**	2	0,001**	12	0,0004 ^{ns}	24,06	0,076
Experimento II									
gs	55	9	0,030**	2	0,002 ^{ns}	18	0,004 ^{ns}	22,61	0,23
E		9	2,447**	2	0,100 ^{ns}	18	0,250 ^{ns}	14,61	3,08
A		9	420,363**	2	9,278 ^{ns}	18	56,581**	21,74	21,591
EiUA		9	15,930**	2	3,965 ^{ns}	18	3,279 ^{ns}	20,96	6,78
Ci		9	119911,566**	2	5951,400 ^{ns}	18	48317,933 ^{ns}	27,86	160,63
EiC ¹		9	0,071**	2	0,009 ^{ns}	18	0,028 ^{ns}	26,29	0,19
gs	80	9	0,0007 ^{ns}	2	0,010**	18	0,001 ^{ns}	17,87	0,22
E		9	0,050 ^{ns}	2	0,442*	18	0,136 ^{ns}	15,20	2,52
A		9	6,929 ^{ns}	2	47,719**	18	15,819 ^{ns}	18,99	15,54
EiUA		9	1,229 ^{ns}	2	3,344**	18	1,603**	14,10	6,31
Ci		9	1126,623 ^{ns}	2	1766,533*	18	1187,879 ^{ns}	11,81	216,83
EiC		9	0,0006 ^{ns}	2	0,0026**	18	0,0008 ^{ns}	28,63	0,075

^{ns}, **, *: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura; ¹ dados transformados em \sqrt{X} .

Na comparação de médias relativas ao experimento I (Tabela 16), obtidas em plantas irrigadas com águas de baixa (0,8 dS m^{-1}) e alta salinidade (9,0 dS m^{-1}), constatou-se redução na condutância estomática do algodoeiro na ordem de 50,24%, 60,00% e 49,26% aos 59 DAS, acentuando-se para 63,33%, 70,55% e 58,33% aos 93 DAS nas fases de floração e frutificação

(A₁B₁C₂, A₂B₁C₂ e A₁B₂C₂), respectivamente. A redução na abertura estomática deveu-se ao estresse salino ao qual as plantas foram expostas, principalmente na fase de formação da produção (93 DAS). Conforme Kusvuran (2012), a salinidade elevada da água de irrigação exerce efeito prejudicial no processo de condutância estomática das plantas.

Em decorrência do fechamento parcial dos estômatos, foram reduzidas, igualmente, a transpiração foliar e a concentração interna de CO₂, quando a água salinizada foi aplicada na fase de formação da produção no Experimento I (Tabela 16). James et al. (2002) verificaram, também, diminuição da transpiração e da condutância estomática, quando aumentou a salinidade na rizosfera. Fato similar deve ter acontecido, neste trabalho, com provável queda da energia potencial da água nas raízes e/ou transporte de ácido abscísico para as folhas, refletindo-se em aumento da resistência estomática e decréscimo na concentração de carbono na câmara subestomática (C_i). Isso se explica pela relação direta entre trocas gasosas (estando implícita a absorção de CO₂) e a perda de água, refletindo-se o fechamento estomático em redução da transpiração e, conseqüentemente, menor concentração interna de CO₂ (SHIMAZAKI et al., 2007).

Em função da redução observada na condutância estomática, a taxa de assimilação de CO₂ (A) foi comprometida quando as plantas foram irrigadas com água de alta salinidade (9,0 dS m⁻¹), destacando-se as estratégias A₁B₁C₂, A₂B₁C₂ e A₁B₂C₂ (Tabela 16), aos 59 e 93 DAS. Portanto, há uma tendência de maior sensibilidade ao estresse salino quando a irrigação com alta salinidade ocorreu na fase de frutificação, por reduzir a condutância estomática, conforme abordado anteriormente. Declínio na taxa de assimilação de CO₂, como observado neste trabalho, foi também constatado por Meloni et al. (2003) e por Brito (2015) em plantas de algodoeiro cultivadas sob irrigação com água salinizada.

Entretanto, no manejo em que a água salinizada foi aplicada sucessivamente durante a fase vegetativa e de floração (T6 – A₂B₂C₁) no Experimento I (Tabela 16), observa-se incrementos dos parâmetro fisiológicos (g_s, E, A e C_i) aos 59 e 93 DAS, não diferindo estatisticamente das plantas irrigadas com água de 0,8 dS m⁻¹ durante todo o ciclo, constatando-se nessa estratégia (T6) incrementos na g_s, E e A S de 9,44%, 3,71% e 17,20% aos 93 DAS, demonstrando que, apesar do estresse nas fases iniciais da cultura, não houve comprometimento do aparato fotossintético do algodoeiro.

Tabela 16. Teste de médias para condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade, aos 59 e 93 dias após a semeadura no Experimento I e aos 55 e 80 dias após a semeadura no Experimento II

Estratégias de Manejo	gs		E		A		Ci	

	Experimento I							
	59 DAS	93 DAS	59 DAS	93 DAS	59 DAS	93 DAS	59 DAS	93 DAS
T1- A ₁ B ₁ C ₁	0,205 a	0,180 a	4,419 a	3,907 a	18,028 a	13,993 a	151,888 a	192,518 a
T2- A ₂ B ₁ C ₁	0,158 b	0,165 a	3,648 a	3,662 a	15,811 b	13,101 b	145,555 a	192,851 a
T3- A ₁ B ₂ C ₁	0,204 a	0,166 a	4,352 a	3,751 a	18,860 a	14,364 a	150,111 a	177,999 a
T4- A ₁ B ₁ C ₂	0,102 c	0,066 b	2,625 b	1,791 b	10,569 d	7,912 d	151,592 a	148,222 b
T5- A ₂ B ₁ C ₂	0,082 c	0,053 b	2,041 b	1,608 b	9,919 d	7,371 d	133,888 a	132,370 b
T6- A ₂ B ₂ C ₁	0,232 a	0,197 a	4,463 a	4,052a	19,661 a	16,401 a	155,814 a	174,481 a
T7- A ₁ B ₂ C ₂	0,104 c	0,075 b	2,901 b	2,206 b	13,048 c	9,858 c	125,037 a	128,962 b
	Experimento II							
	55 DAS	80 DAS	55 DAS	80 DAS	55 DAS	80 DAS	55 DAS	80 DAS
T1 – A-E0	0,312 a	0,218 a	3,616 a	2,501 a	26,687 a	17,484 a	150,555 b	188,777 a
T2 – B-E0	0,271 a	0,222 a	3,374 a	2,548 a	25,053 a	15,303 a	141,000 b	223,444 a
T3 – B-EV	0,173 b	0,222 a	2,502 b	2,548 a	14,285 b	15,303 a	193,555 a	223,444 a
T4 – B-EFL	0,274 a	0,220 a	3,557 a	2,574 a	28,644 a	15,393 a	114,111 b	217,888 a
T5 – C-E0	0,252 a	0,236 a	3,252 a	2,613 a	23,988 a	16,101 a	146,555 b	219,333 a
T6 – C-EV	0,163 b	0,236 a	2,367 b	2,613 a	10,453 b	16,101 a	233,555a	219,333 a
T7 – C-EFR	0,250 a	0,221 a	3,243 a	2,563 a	23,495 a	15,687 a	151,222 b	210,444 a
T8 – BC-E0	0,298 a	0,212 a	3,575 a	2,413 a	26,921 a	14,550 a	137,555 b	225,222 a
T9 – BC-EV	0,145 b	0,208 a	2,244 b	2,397 a	11,323 b	15,076 a	209,777 a	213,000 a
T10 – BC-EFF	0,254 a	0,222 a	3,143 a	2,506 a	25,057 a	14,458 a	128,444 b	227,444 a

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos (Scott-Knott, $p < 0,05$).

Experimento I: A₁, B₁, C₁: sem salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e A₂, B₂, C₂: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Experimento II: A- sementes oriundas de plantas irrigadas no primeiro experimento com água de 0,8 dS m^{-1} , B- sementes de plantas irrigadas no ciclo anterior com água salinizada na floração, C- sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada na frutificação e BC- sementes produzidas no primeiro experimento sob alta salinidade na floração e formação da produção; E0: sem salinidade; EV, EFL, EFR, EFF: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, no novo experimento.

Observa-se no segundo experimento, tendência de redução dos índices de trocas gasosas (gs, E, A) apenas na avaliação aos 55 DAS, nas plantas oriundas de sementes que no ciclo anterior foram formadas sob salinidade em qualquer das fases, mas que, no novo experimento, ocorreu irrigação com alta salinidade (9 dS m^{-1}) apenas na fase vegetativa. Entretanto, os algodoeiros se recuperaram do estresse salino com a idade, pois na avaliação aos 80 DAS, não houve mais efeito da salinidade, recuperando-se todos os índices fisiológicos, mesmo sendo as

plantas irrigadas com água de alto teor de sais. O nível de CEa utilizado na irrigação (9 dS m^{-1}) foi acima da salinidade limiar do algodoeiro, identificada por Oliveira et al. (2012), como sendo de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, em termos de CE da água de irrigação. Esses autores trabalharam com a var. Delta Opal, genótipo identificado por Furtado et al. (2007) como tolerante à salinidade na fase de germinação.

A condutância estomática aos 55 DAS (Tabela 16) foi reduzida apenas nas plantas irrigadas com água salina na fase vegetativa, conforme as estratégias T3 (B-EV), T6 (C-EV) e T9 (BC-EV), na ordem de 25,90%, 27,21% e 37,23% em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade (B-E0, C-E0 e BC-E0). Devido às essas reduções nas plantas irrigadas com água salina durante a fase vegetativa, a taxa de assimilação de CO_2 também foi comprometida, com valores de 14,28, 10,45 e $11,32 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ inferiores, portanto, as plantas irrigadas com água de baixa salinidade, nas quais obtiveram (A) de 25,05, 23,98 e $26,92 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ nos manejos B-E0, C-E0 e BC-E0.

A concentração interna de carbono (C_i) variou, aos 55 DAS, seguindo a mesma tendência observada para as outras variáveis, mas em sentido inverso, isto é, nos tratamentos em que aumentou a fotossíntese (A), como exemplo, diminuiu o valor de C_i , como consequência do fluxo de carbono para a síntese de compostos orgânicos. Sendo as maiores médias obtidas nas plantas irrigadas com água salinizada aplicada durante a fase vegetativa com cerca de 193,55, 233,55 e $209,77 \mu\text{mol mol}^{-1}$ de CO_2 , respectivamente, nas estratégias B-EV, C-EV e BC-EV (Tabela 16). Estudos relatam que, apesar de decréscimos na condutância estomática reduzirem concomitantemente as concentrações de CO_2 , enquanto que, na câmara subestomática são mantidas ou mesmo aumentadas em plantas estressadas (GARCIA-SANCHEZ et al., 2007). Indicando que o carbono não estava sendo metabolizado pelo aparato fotossintético, podendo ser ocasionado pela condição de estresse salino ao quais essas plantas foram expostas na fase vegetativa.

Portanto, baseando-se nos dados obtidos nas avaliações dos parâmetros fisiológicos, aos 80 DAS, no segundo ciclo de produção, as plantas tornaram-se tolerantes à salinidade, no novo ciclo de cultivo, uma evidência da aclimação ao estresse salino, mesmo sendo irrigadas com água contendo alta concentração de sais (Tabela 16). Em diversas espécies submetidas à salinidade, a redução no crescimento é muitas vezes acompanhada por decréscimo na taxa fotossintética (HUANG et al., 2012; NAVARRO et al., 2007).

Como as médias de eficiência instantânea de carboxilação (EiC) foram significativamente diferentes entre as estratégias de irrigação com água salinizada, ao final do primeiro ciclo de cultivo (Tabela 15), foram plotadas na Figura 8A, as respectivas médias. Nota-se redução na EiC na segunda avaliação (93 DAS) no primeiro experimento, por já estarem os algodoeiros em final do ciclo. Aos 59 DAS, quando as plantas estavam no início de formação da produção, registraram-se valores mais baixos de EiC, nos tratamentos em que a irrigação com alto nível de salinidade ocorreu na fase de frutificação; resultados similares repetiram na avaliação aos 93 DAS, com tendência de menor EiC também nas plantas irrigadas com água contendo alto teor de sais na frutificação. Essas estratégias de manejo de irrigação também foram relacionadas ao menor crescimento das plantas, um indicativo da importância dos estudos do comportamento fisiológico para diagnóstico precoce de condições de estresse em plantas.

Ao se avaliar a eficiência instantânea da carboxilação aos 55 DAS do segundo experimento, observa-se que plantas irrigadas com água salinizada durante a fase vegetativa tiveram reduções na EiC nas estratégias B-EV, C-EV e BC-EV com taxas de 0,11, 0,05 e 0,08 $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$, enquanto aquelas pertencentes ao tratamento B-E0, C-E0 e BC-E0 (0,8 dS m^{-1}) atingiram 0,21, 0,21 e 0,25 $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$, resultando em decréscimos de 47,61%, 76,19% e 68,00% na eficiência instantânea de carboxilação (Figura 8B). Tal redução na EiC, pode estar relacionada ao maior Ci nas plantas, também, sob alto nível salino na fase vegetativa (Tabela 17). É provável que este fato seja reflexo da baixa assimilação de CO_2 , em relação ao CO_2 encontrado na câmara subestomática nestas plantas, pois é explicado que, se Ci aumenta e há diminuição no consumo de CO_2 nos cloroplastos, devido à redução na atividade fotossintética, à relação A/Ci também sofrerá redução (SUASSUNA, 2013).

Em consonância com os resultados da condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO_2 no primeiro experimento, observa-se maior eficiência instantânea no uso da água (EiUA) aos 93 DAS (Figura 8) nas plantas irrigadas com 9 dS m^{-1} , nas fases de floração e frutificação, sob as estratégias de manejo T4- $A_1B_1C_2$, T5- $A_2B_1C_2$, T6- $A_2B_2C_1$ e T7- $A_1B_2C_2$ em média de 4,69 $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$. Semelhantemente, no segundo experimento plantas irrigadas com água salina nas fases de floração (B-EFL) e formação da frutificação (C-EFR) também tinham maior eficiência instantânea no uso da água, não diferindo das plantas irrigadas com 9 dS m^{-1} , com EiUA de 7,28 e 7,72 $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$ (Figura 9D).

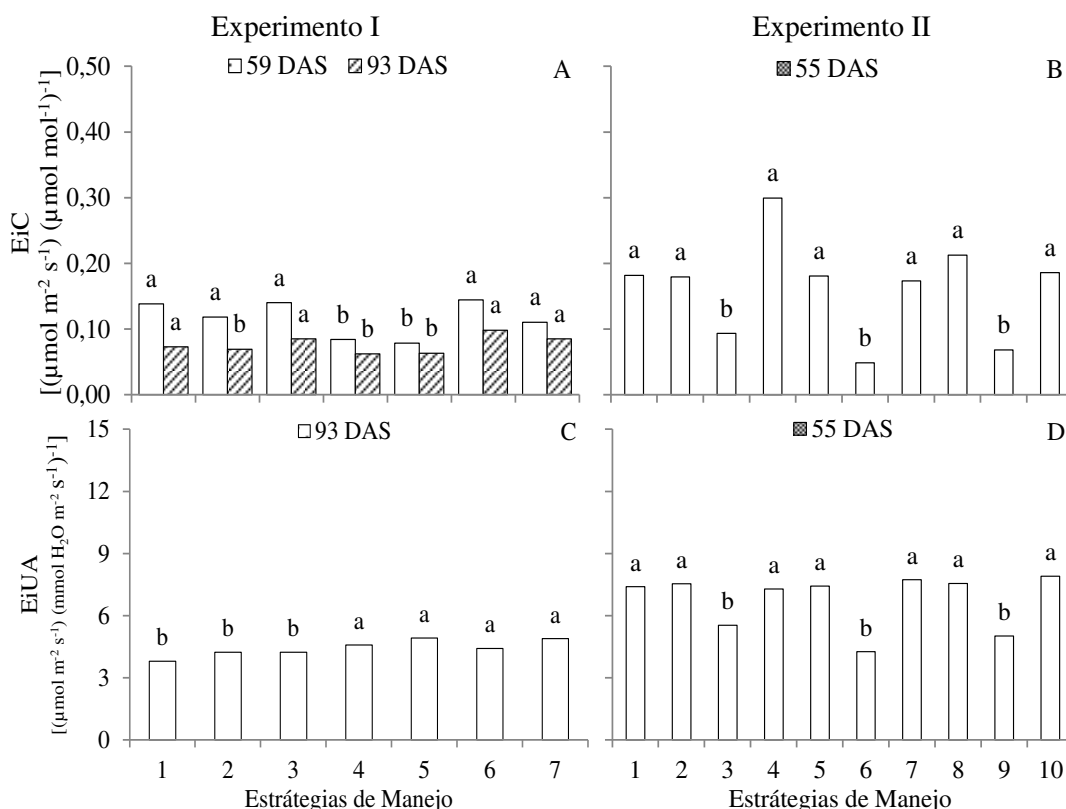


Figura 8. Teste de médias referente à eficiência instantânea da carboxilação (EiC) aos 59 e 93 DAS (A) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) aos 93 DAS (C) no primeiro experimento, e eficiência instantânea da carboxilação (B) e eficiência instantânea no uso da água (D) aos 55 DAS no segundo experimento, sobre diferentes estratégias de manejo de salinidade. Estratégias de manejo da salinidade com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Scott-Knott, $p < 0,05$

Na análise dos dados referentes aos genótipos, nota-se, no primeiro experimento, maior média de concentração interna de CO_2 (C_i) foi observada no genótipo ‘BRS Topázio’ ($172,396 \mu\text{mol mol}^{-1}$), superando os genótipos ‘BRS Rubi’ ($164,65 \mu\text{mol mol}^{-1}$) e ‘BRS Safira’ ($154,69 \mu\text{mol mol}^{-1}$); tais resultados são inferiores aos encontrados por Ferraz (2012) com os mesmos genótipos, trabalhando em condição de campo, ao registrar valores médios de 182,9, 210,2 e $223,7 \mu\text{mol mol}^{-1}$ para ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’, respectivamente. Nesta pesquisa, os valores médios de EiC observados em ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’, foram 0,085 e $0,072 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$, superiores em 7,62% e 2,76% aos observados na ‘BRS Topázio’, respectivamente (Figuras 9A e 9C).

No segundo experimento, ao se analisar os dados de condutância estomática e eficiência instantânea da carboxilação aos 80 DAS, verifica-se que a ‘BRS Topázio’ expressou maior

eficiência do aparato fotossintético, com valores médios de $0,24 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $0,08 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$, respectivamente (Figura 9B e 9D), pelo fato de se ter identificado maior C_i nas plantas deste genótipo. Consta-se, portanto, uma sucessão de alterações nas trocas gasosas, relacionadas, explicitamente, com o maior crescimento em número de folhas e diâmetro de caule obtido na ‘BRS Safira’, o que se justifica pela variação da expressão genética de cada cultivar.

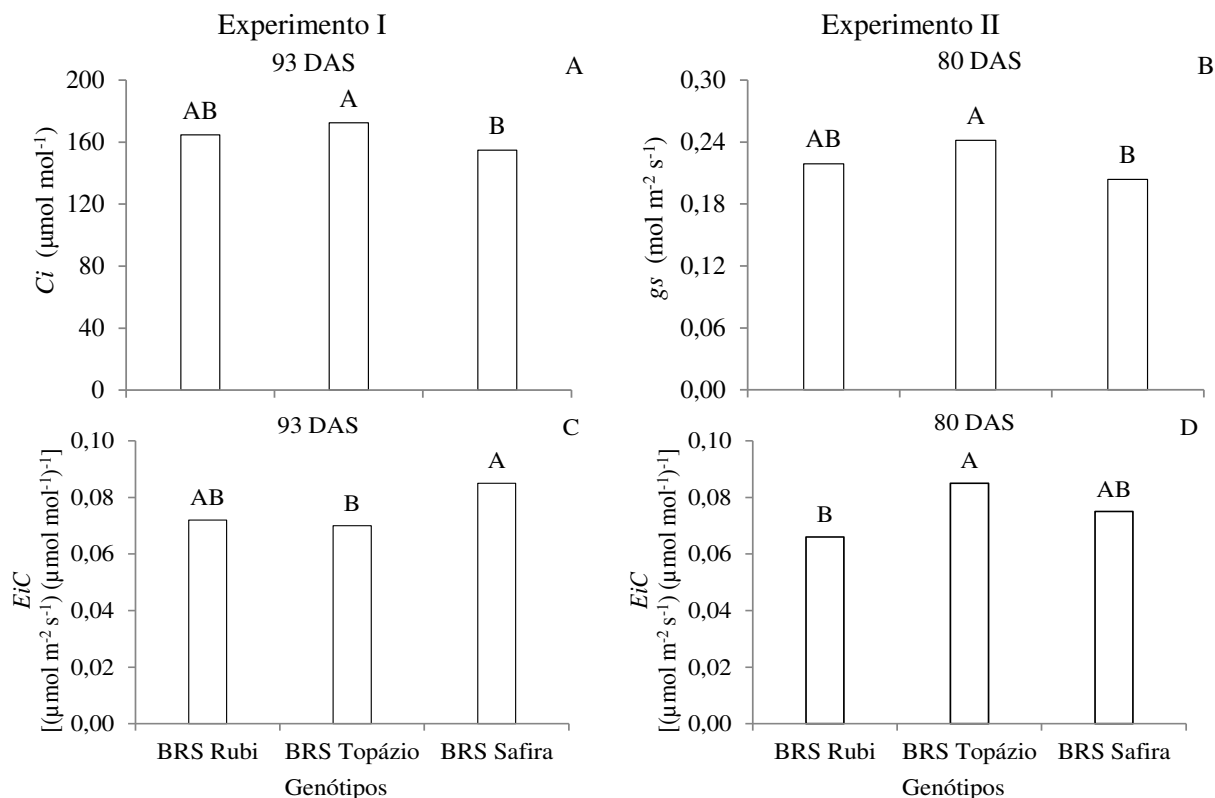


Figura 9. Teste de médias referente à concentração interna de CO_2 (C_i) (A) e eficiência instantânea da carboxilação (E_iC) (C) aos 93 DAS no Experimento I e condutância estomática (g_s) (B) e eficiência instantânea da carboxilação (E_iC) (D) aos 80 DAS no Experimento II entre os genótipos de algodoeiro. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$

Na Figura 10 estão as médias resultantes do desdobramento da interação EM x G, com maior taxa de assimilação de CO_2 (Experimento II) nas plantas irrigadas com 9 dS m^{-1} nas fases de floração e frutificação, com valores de $28,64$ e $23,49 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; deve-se considerar ser o algodoeiro uma planta C_3 , com taxas fotossintéticas variando entre 10 e $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (TAIZ e ZEIGER, 2013). Ressalte-se que essas estratégias também foram relacionadas a maior

crescimento, indicando a ligação entre os dados e a importância dos estudos dos parâmetros fisiológicos para diagnóstico precoce de condições de estresse em plantas.

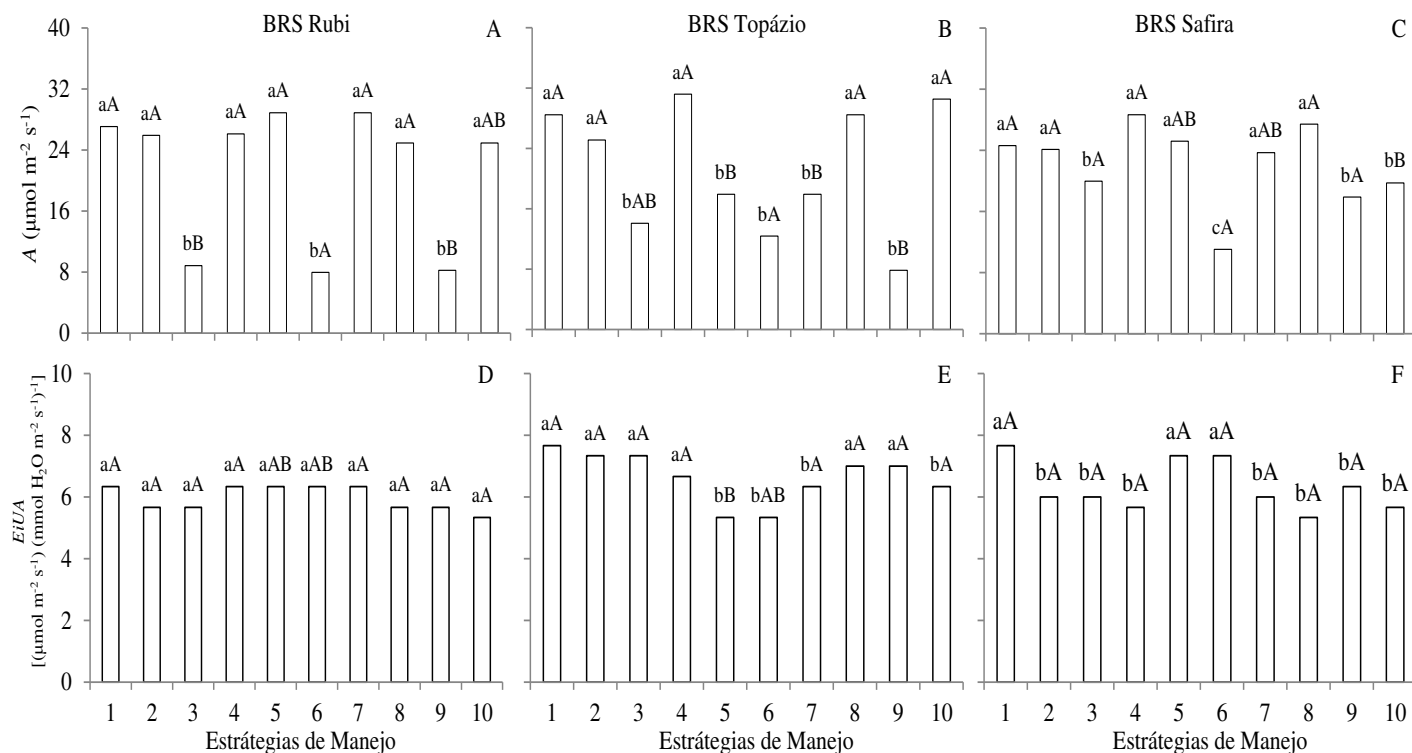


Figura 10. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para taxa de assimilação de CO₂ (A) (A, B e C) aos 55 DAS e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (D, E e F) aos 80 DAS no Experimento II. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

As plantas do genótipo ‘BRS Rubi’, quando irrigadas com água salinizada na fase vegetativa, conforme as estratégias T3 – B-EV, T6 – C-EV e T9 – BC-EV, tiveram decréscimos na taxa de assimilação de CO₂ de 65,89%, 72,49% e 66,91% respectivamente, quando comparadas às plantas irrigadas com 0,8 dS m⁻¹ (B-E0, C-E0 e BC-E0). Porém, entre os genótipos a taxa de assimilação de CO₂ foi superior em ‘BRS Topázio’, com média de 28,45 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, enquanto nos demais genótipos observaram-se médias inferiores, de 27,06 e 24,60 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nas plantas irrigadas com baixa salinidade (Figura 10).

Os genótipo ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ foram mais eficientes no uso da água (Figuras 10 D, E e F), porém, quando as plantas foram irrigadas com água salinizada em sucessão nas

fases de floração e formação da produção (BC-EFF), houve decréscimos na eficiência instantânea no uso da água, da ordem de 15,79%, 17,38% e 26,08% nos genótipos ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’, respectivamente. Griffing (1956) afirma que plantas sob condições de estresse salino podem tanto induzir a transcrição de genes aditivos como proporcionar reduções dos níveis de transcritos responsáveis pelo controle da tolerância à salinidade; assim, uma característica só pode ser melhorada se diferentes genes favoráveis forem recombinados num novo genótipo (ASHRAF e AHMAD, 2000).

5.3. Fitomassa seca da parte aérea

Conforme dados da análise de variância expostos na Tabela 17, houve interação entre os fatores estratégias de manejo da salinidade e genótipos, de forma significativa ($p < 0,01$), na produção de fitomassa seca da parte aérea (FSPA), nos dois experimentos. Jácome et al. (2005), analisando os efeitos da irrigação variando os níveis de salinidade das águas e genótipos de algodoeiro em diferentes estádios de desenvolvimento, também verificaram interação entre os fatores sobre o acúmulo de fitomassa.

Tabela 17. Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FSPA) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro ao final do ciclo de produção, em análise conjunta, dos Experimentos I e II

Fontes de variação	Quadrados Médios (FSPA)			
	GL	Experimento I	GL	Experimento II
Estratégias de Manejo	6	2106,626**	9	1927,350**
Genótipos	2	571,542**	2	462,955**
EM x G	12	91,732**	18	178,083**
Bloco	2	168,750 ^{ns}	2	258,606 ^{ns}
Erro	40	29,203	58	40,837
CV (%)		7,82		9,11
Média Geral		69,08		70,16

^{ns}, **, *: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste ‘F’

Com base nos valores médios apresentados na Figura 11, no primeiro experimento, houve incrementos de 20,18% e 36,99% na alocação de fitomassa da parte aérea da ‘BRS Safira’ quando comparada aos genótipos ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’ (Figura 11). As plantas submetidas a estresse salino durante a floração e formação da produção ($A_1B_2C_2$) tiveram reduções no acúmulo de fitomassa da parte aérea de 45,75% em relação às plantas sem aplicação de estresse salino ($A_1B_1C_1$). Em comparação com as demais estratégias de manejo, nessa estratégia as plantas foram irrigadas com água salinizada (9 dS m^{-1}) durante as fases de floração e formação da produção caracterizando um estresse sucessivo entre fases, o que pode estar associado à expressiva redução na FSPA (Figura 11).

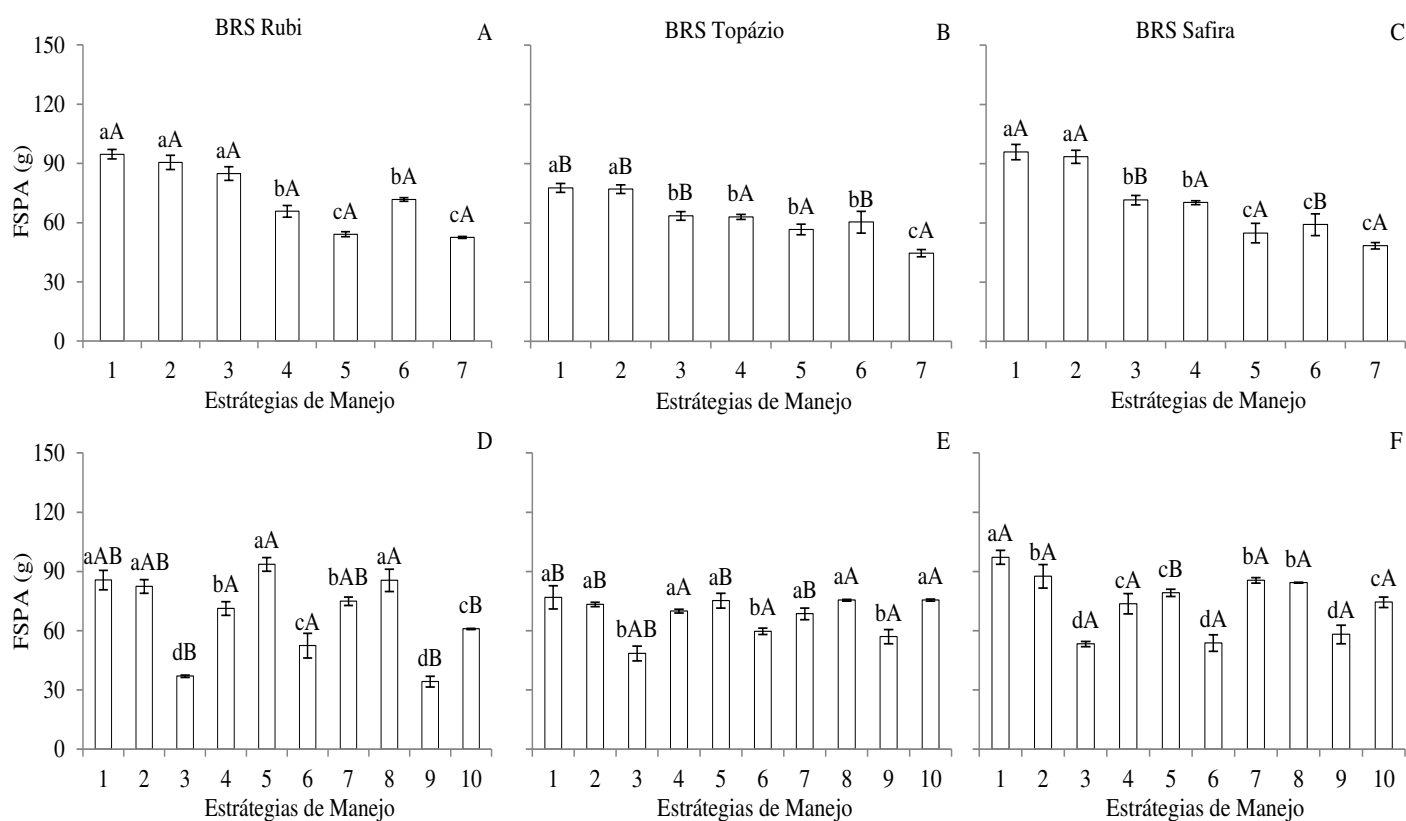


Figura 11. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para fitomassa seca da parte aérea (FSPA) em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Barras representam o erro padrão da média (n=9). Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Durante a condução do segundo experimento (Figura 11), a irrigação com água salinizada na fase vegetativa (B-EV, C-EV e BC-EV), foi mais expressivo no genótipo ‘BRS Topázio’, resultando em decréscimos na FSPA de 63,05%, 77,12% e 74,12%, respectivamente, quando comparadas as plantas irrigadas com 0,8 dS m⁻¹. A redução na produção de fitomassa devido à salinidade também foi verificada em gergelim (SUASSUNA, 2013), mamoneira (OLIVEIRA et al., 2008) e em girassol (NOBRE et al., 2010). Portanto, evidencia-se que tais resultados são comuns em oleaginosas, tal como foi verificado em algodoeiro, no presente estudo.

Semelhante ao número de folhas, área foliar, diâmetro de caule e altura de plantas, percebe-se que o estresse salino quando aplicado na fase de formação da produção (C-EFR), proporcionou menor dano a FSPA, destacando-se o genótipo ‘BRS Safira’, com incrementos de 7,29% quando relacionado às plantas sem aplicação de estresse salino ao longo do ciclo (C-E0). Ao final do segundo ano de produção, plantas do genótipo ‘BRS Safira’ tiveram aumento na FSPA de 17,80%, em comparação às plantas desse mesmo genótipo irrigadas com água de CEa de 9,0 dS m⁻¹ na formação da produção do primeiro experimento (Figura 11).

5.4. Produção e seus componentes

Conforme o resultado da análise de variância no experimento I, Tabela 18, a interação entre os fatores estratégias de manejo da salinidade e genótipos influenciou, de forma significativa ($p < 0,01$) a massa do algodão em pluma (MAP), percentagem de fibra (%Fibras), comprimento da fibra (UHM), índice de fibras curtas (SFI) e teor de óleo (%Óleo), com exceção para UNF, que diferiu apenas entre os genótipos. No segundo experimento, observa-se interação entre os fatores (EM x G) em relação à massa do algodão em pluma, percentagem de fibra, UHM e SFI (Tabela 18). O fato da interação EM x G não ser significativa para uniformidade de comprimento da fibra e teor de óleo, fortalece a ideia de que os tratamentos correspondentes a irrigação com água salinizada no segundo ciclo de produção não impuseram mudanças nos genótipos estudados. Ahmad et al. (2007), estudando a variação no rendimento e composição do óleo da variedade de algodoeiro NIAB-III, com sementes coletadas sob diferentes salinidades da água, também não observaram efeito da salinidade sobre o rendimento de óleo de caroço de algodão.

Tabela 18. Resumo das análises de variância para massa do algodão em pluma (MAP) (g), percentagem de fibra (%Fibras), comprimento da fibra (UHM) (mm), uniformidade de comprimento da fibra (UNF) (%), índice de fibras curtas (SFI) (%) e teor de óleo (% Óleo) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro, em análise conjunta, dos Experimentos I e II.

Componentes de produção	Quadrados Médios					CV (%)	Média Geral
	Estratégias de Manejo	Genótipos	EM x G	Bloco	Resíduo		
Experimento I							
MAP	4710,777**	4618,920**	136,253**	6,396 ^{ns}	55,580	11,55	64,55
%Fibras	19,875**	544,741**	2,473**	1,179 ^{ns}	3,156	4,72	37,66
UHM	4,850**	298,784**	1,980*	1,341 ^{ns}	0,911	3,83	24,93
UNF	2,154 ^{ns}	55,260**	1,917 ^{ns}	2,710 ^{ns}	1,110	1,26	83,82
SFI	5,356**	37,943**	2,490*	2,086 ^{ns}	1,023	12,52	8,08
% Óleo	30,507**	53,705**	1,771*	1,695 ^{ns}	0,723	3,35	25,41
Experimento II							
MAP	966,480**	3942,211**	91,865**	34,811 ^{ns}	21,178	10,54	43,65
% Fibras	20,098**	788,161**	6,673*	1,494 ^{ns}	4,586	5,75	37,21
UHM	3,780**	534,637**	1,914*	2,337 ^{ns}	1,412	4,56	26,03
UNF	1,414 ^{ns}	69,399**	1,756 ^{ns}	3,096 ^{ns}	1,278	1,35	83,90
SFI	1,415 ^{ns}	52,862**	1,999*	2,730 ^{ns}	1,240	13,61	8,18
% Óleo	5,391 ^{ns}	26,992**	4,303 ^{ns}	0,539 ^{ns}	3,591	7,76	24,42

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

Com o desdobramento do efeito do fator genótipo dentro das estratégias de manejo estudadas (Figuras 12 A, B e C), no primeiro experimento, verificou-se no 'BRS-Topázio' as menores reduções pela salinidade da água. Foi decrescente o efeito na massa de algodão em pluma, quando as plantas foram irrigadas com água salinizada (9 dS m^{-1}) em cada fase de exposição, registrando-se o menor decréscimo quando a irrigação com alta salinidade ocorreu na fase vegetativa (T2- A₂B₁C₁), com redução média de 9,71%, em relação ao tratamento sem salinidade (T1- A₁B₁C₁). Ainda relacionado ao experimento I, nota-se uma tendência de ser as fases de floração e frutificação (T4, T5 e T7) as mais sensíveis ao estresse salino.

Diferentemente, no segundo experimento (Figuras 12 D, E e F), plantas submetidas ao estresse salino na fase vegetativa, nos manejos T3 – B-EV, T6 – C-EV e T9 – BC-EV, foram as mais afetadas pela salinidade, com decréscimos na produção de algodão em pluma de 40,35%, 42,35% e 44,44%, respectivamente, em relação às plantas sem aplicação da água salinizada (T1), independente da fase em que as sementes foram formadas no ciclo anterior.

Ao contrário, as plantas oriundas de sementes formadas sob condições de alta salinidade, nas fases de florescimento e de frutificação, no ciclo anterior, aclimataram-se ao estresse salino

no novo ciclo, sendo obtidos níveis de produção de pluma comparáveis aos das plantas da testemunha (sem estresse salino), apesar de estarem sendo irrigadas com alta salinidade nas fases de florescimento (T4 – B-EFL) e de frutificação (T7 – C-EFR). Estes dados são de grande importância, por terem ocorrido nos três genótipos, uma evidência de aclimação do algodoeiro ao estresse salino e reflexos na genética das plantas, com efeitos em um novo ciclo de vida. Possivelmente, ao serem as sementes formadas sob alta salinidade, ocorreu expressão de genes que permaneceram ativos em novos indivíduos, no ciclo seguinte, resultando em tolerância ao estresse salino.

Com esta pesquisa, abrem-se linhas de investigação envolvendo expressão gênica, na busca de interpretar, convenientemente, o que ocorreu em nível molecular. Os resultados diferentes observados nos tratamentos em que o nível de salinidade, no segundo ciclo, foi aplicado na fase vegetativa (T3, T6 e T9), é um dos desafios a serem pesquisados, analisando-se o que ocorreu com os genes.

Estes dados relativos à massa de algodão em pluma (MAP) são reflexos de outros parâmetros já discutidos, os de trocas gasosas, quando também foram identificados fatos semelhantes, denotando tolerância ao estresse salino, quando as plantas foram provenientes de sementes formadas em CEa de 9 dS m^{-1} , pois a partir dos 80 DAS, não houve mais efeito da salinidade, recuperando-se todos os índices fisiológicos (Tabela 16). Corroborando com os resultados obtidos, Noble et al. (1984) baseados em estimativas de herdabilidade, constataram melhorias significativas em *Medicago sativa* para tolerância à salinidade depois de duas gerações de seleção. A variação genética através da herdabilidade é passível por meio da seleção fenotípica, em apenas alguns ciclos de seleção, podendo resultar numa melhoria significativa da tolerância à salinidade (ALI et al., 2005).

Dentre os genótipos avaliados em função das estratégias, nos dois experimentos, notou-se maior produção de algodão em pluma na ‘BRS Topázio’ (81,38 e 56,46 g, respectivamente), diferindo da ‘BRS Rubi’ e da ‘BRS Safira’, cujas produções (médias) foram 53,38 e 58,90 g no primeiro experimento e 34,36 e 40,13 g no segundo experimento, respectivamente (Figura 12). Ferraz (2012), avaliando o comportamento de genótipos de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício, via foliar, encontrou resultados similares, em termos de massa de algodão em pluma, para ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ com valores entre 50 e 40 g por planta, nos tratamentos sem aplicação foliar de silício.

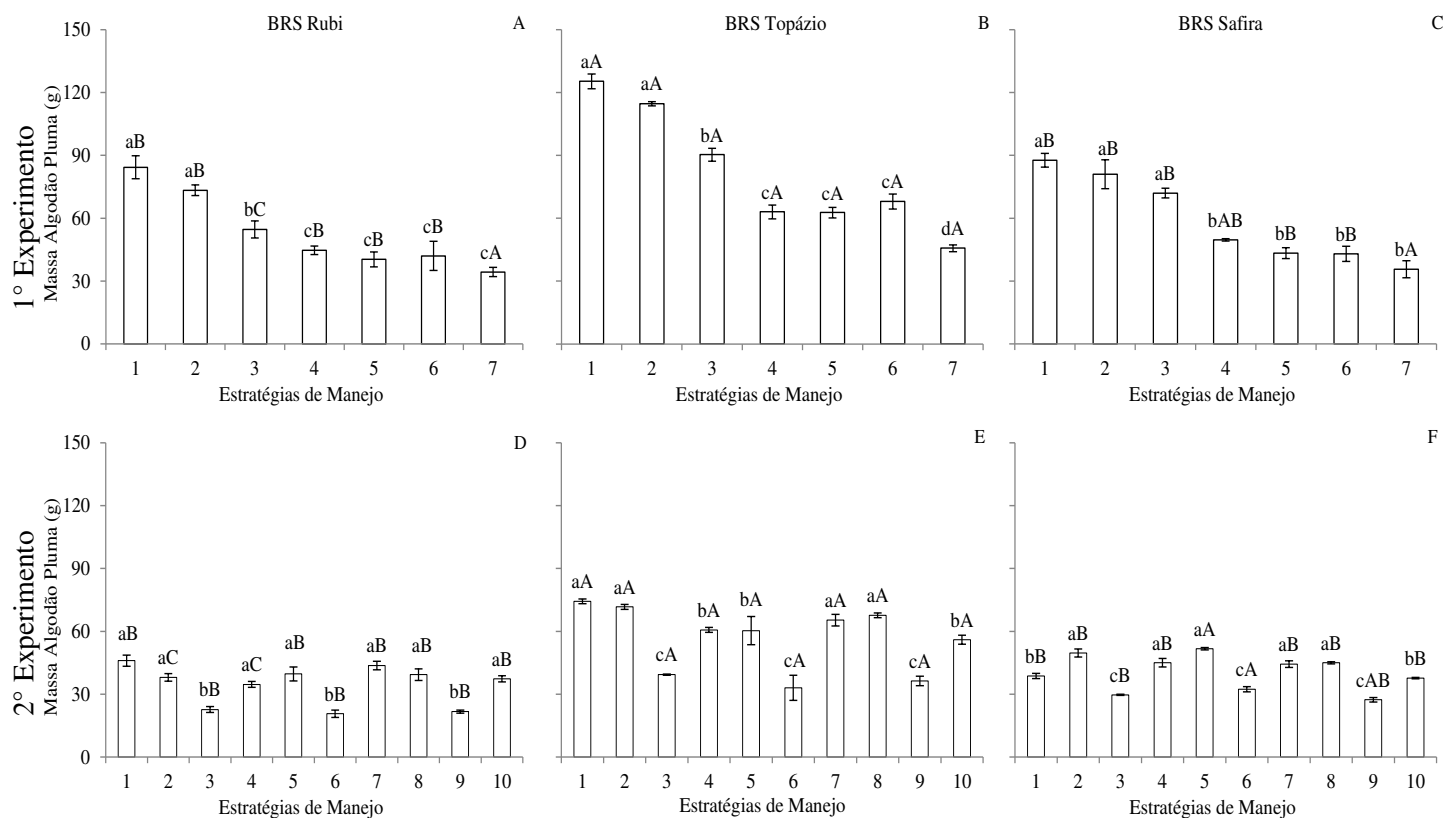


Figura 12. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para massa de algodão em pluma em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Barras representam o erro padrão da média (n=9). Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Os valores de porcentagem de fibras (%Fibras) foram semelhantes entre os três genótipos de algodoeiro colorido, em ambos os experimentos (Figura 13). No primeiro ciclo, foram observados decréscimos ocasionados pela irrigação com água salinizada nas fases de floração e de frutificação, apenas no genótipo 'BRS Rubi', com reduções de 14,35%, 8,32%, 10,34% e 13,15%, quando adotadas as estratégias T3- A₁B₂C₁, T4- A₁B₁C₂, T6- A₂B₂C₁ e T7- A₁B₂C₂, respectivamente, em comparação às plantas sem aplicação de estresse salino (Figura 13 A, B e C).

No segundo experimento, os valores da porcentagem de fibras tiveram uma tendência similar aos da massa de algodão em pluma, isto é, o estresse salino aplicado durante as fases de floração e frutificação não afetou a %Fibras, com 39,29%, 36,75% e 38,17% nas estratégias T4 – B-EFL, T7 – C-EFR e T10 – BC-EFF; nas estratégias T4 e T10 houve incremento de 7,57% e 3,23% no %Fibras, sem diferirem dos valores obtidos com água de baixa salinidade,

correspondentes às estratégias B-E0, C-E0 e BC-E0 (Figuras 13 D, E e F). Essas diferenças em função das estratégias de manejo da salinidade no segundo experimento indicam que a reprodução recorrente pode resultar em melhorias na tolerância à salinidade em genótipos de algodoeiro colorido. Azhar e Raza (2000), estudando diferentes genótipos de algodoeiro no estágio de plântulas, sob diferentes níveis de NaCl, sugeriram que o aumento na tolerância à salinidade pode ser obtido pela exploração da variabilidade, através de métodos de melhoramento convencional.

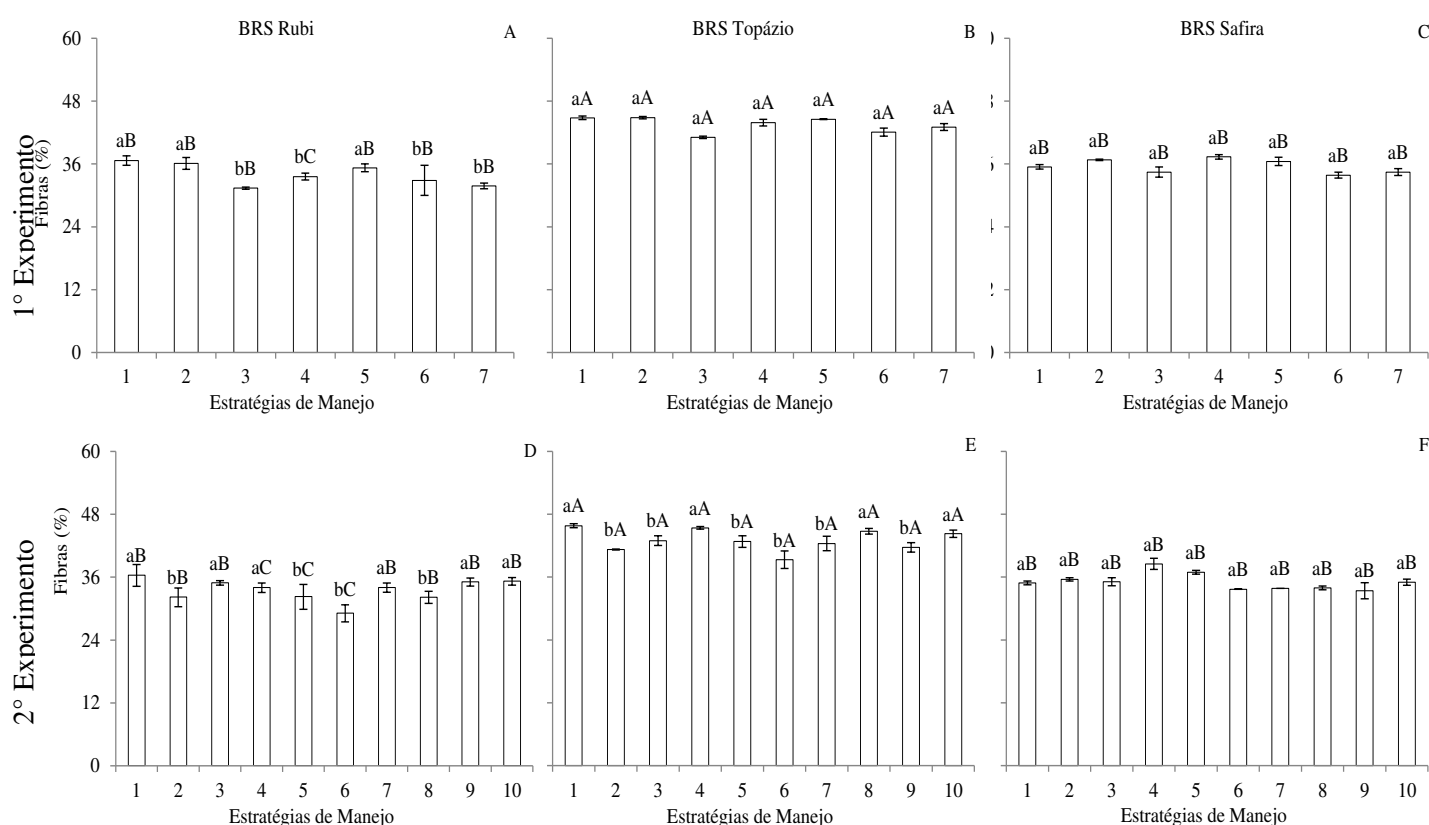


Figura 13. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o percentual de fibras em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Barras representam o erro padrão da média (n=9). Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Entre os três genótipos avaliados no primeiro experimento, conduzidos sem aplicação do estresse salino ($A_1B_1C_1$) notou-se maior comprimento de fibra no ‘BRS Topázio’ (29,67 mm), diferindo do ‘BRS Rubi’ e do ‘BRS Safira’, cujos valores de UHM foram 23,08 e 24,09 mm,

respectivamente. Na ‘BRS Rubi’ não se constatou variação significativa de UHM, entre as estratégias de manejo da salinidade (Figuras 14 A, B e C).

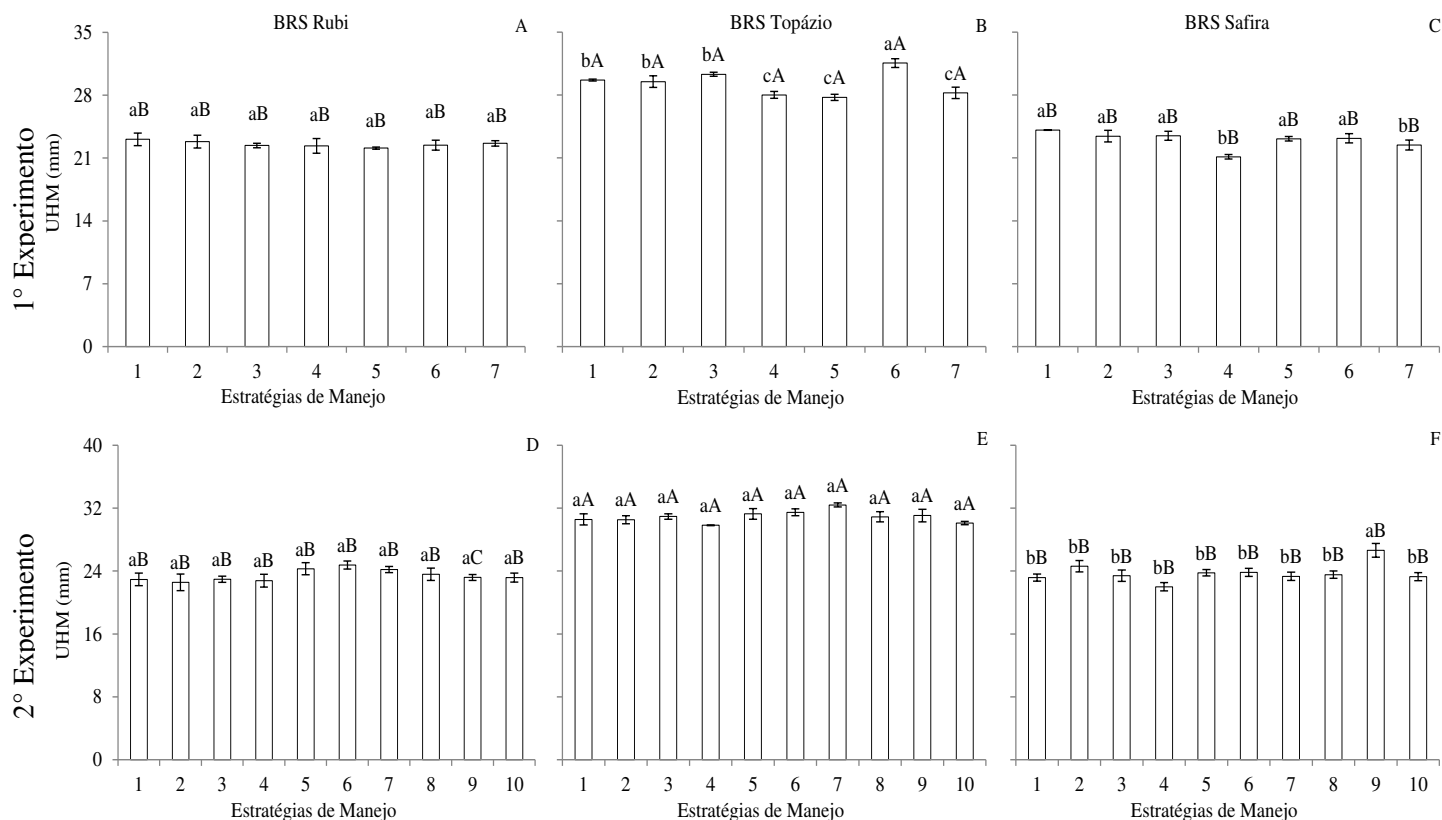


Figura 14. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o comprimento de fibras – UHM em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Barras representam o erro padrão da média (n=9). Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Os genótipos ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’, quando submetidos ao estresse salino, durante a frutificação, tiveram reduções no comprimento de fibra em relação às plantas sem estresse salino; com os manejos T4- $A_1B_1C_2$, T5- $A_2B_1C_2$ e T7- $A_1B_2C_2$, as reduções no UHM foram 5,58%, 6,52% e 4,81% no ‘BRS Rubi’ e 12,31%, 4,01% e 6,86% no ‘BRS Safira’, respectivamente, quando comparadas com a estratégia sem salinidade (Figuras 14 B e C). Reduções no comprimento de fibra, como consequência da aplicação da salinidade, podem estar relacionadas com fatores genéticos, podendo, também, ser influenciadas por fatores ambientais (MEREDITH, 1984). No experimento II, os tratamentos com águas salinizadas impostos na

produção das sementes no experimento I, não diferiram no novo ciclo, exceto para o genótipo ‘BRS Safira’, onde o maior comprimento de fibra foi obtido com uso de água salinizada na fase de floração e frutificação (T10 – BC-EFF). Maior comprimento de fibra foi verificado na ‘BRS Topázio’, com valor médio de 30,90 mm, superando em 24,16% e 23,12% os valores obtidos na ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’, respectivamente (Figuras 14 D, E e F). Assim, um melhor desempenho dos genótipos de algodoeiro no segundo experimento, pode ser devido a uma resposta adaptativa ao estresse salino, através de marcas epigenéticas, tais como metilação do DNA, promoverem alterações fenotípicas para melhoria na tolerância ao estresse salino (LE et al., 2014).

Dentre os genótipos analisados, independente das estratégias de manejo da água salinizada aplicados em ambos os experimentos, o ‘BRS Topázio’ teve maior uniformidade de comprimento da fibra (85,69% no primeiro experimento e 85,63% no segundo experimento), superando os genótipos ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’ (Figura 15), característica de grande interesse, uma vez que valores superiores a 85% de uniformidade da fibra são caracterizados como muito uniforme (COTTON INCORPORATED, 2001). No caso das variedades utilizadas nestes estudos, pode-se afirmar que não há variabilidade genética na uniformidade de comprimento da fibra entre os genótipos, associada aos efeitos da salinidade, por não haver diferença significativa para a interação estratégias de manejo x genótipos.

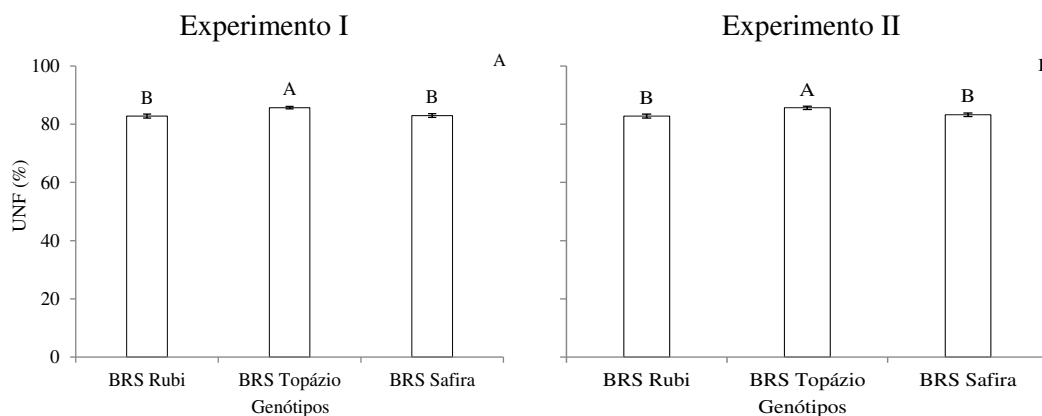


Figura 15. Teste de médias referente à uniformidade de comprimento - UNF entre os genótipos de algodoeiro no primeiro (A) e segundo (B) experimento, respectivamente. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Houve interação significativa entre as estratégias de manejo da salinidade e genótipos para o índice de fibras curtas, nos dois anos de cultivo (Figura 16), com variações entre as estratégias apenas no genótipo ‘BRS Safira’. Maior SFI, nesta cultivar, foi encontrado em plantas submetidas ao estresse salino na fase de frutificação ($A_1B_1C_2$) no primeiro experimento (12,18% de SFI); no experimento II, plantas do genótipo ‘BRS Safira’ sob estresse salino também na fase de frutificação reduziram o SFI para 7,95%, o que é positivo, pois quanto menor for este índice, melhor será a qualidade tecnológica da fibra (PEDROZA et al., 2006). Mantendo as tendências já verificadas para percentual e comprimento de fibras, os menores percentuais de fibras curtas (6,62%) foram observados no genótipo ‘BRS Topázio’, independente das estratégias de manejo da salinidade, sendo esses valores classificados na categoria de conteúdo ‘baixo’ de fibras curtas (FONSECA e SANTANA, 2002).

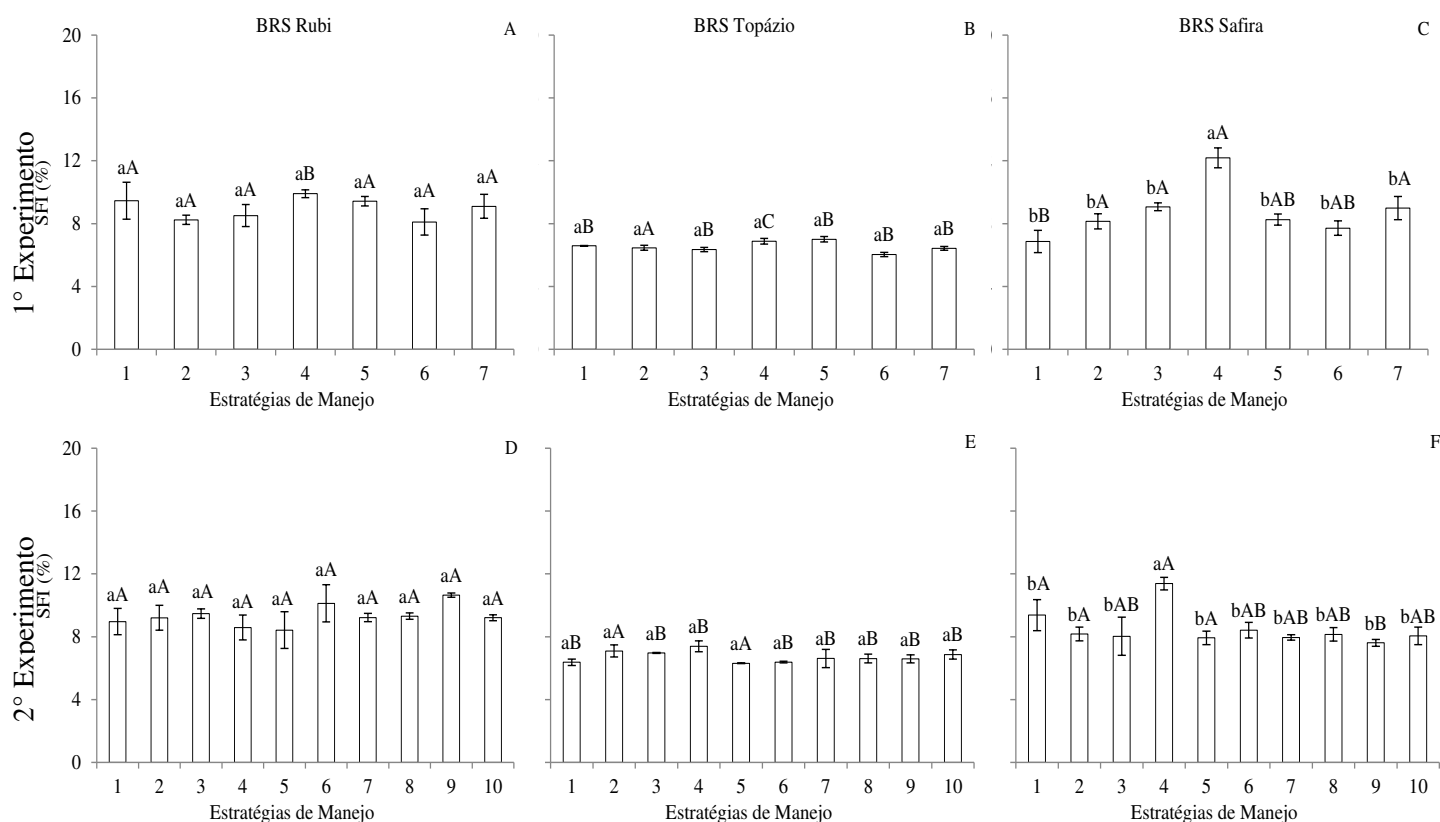


Figura 16. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o índice de fibras curtas – SFI em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Barras representam o erro padrão da média (n=9). Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Por desdobramento das estratégias de manejo da salinidade em cada genótipo de algodoeiro estudado no primeiro ano de cultivo, observa-se no ‘BRS Rubi’ maior teor de óleo (25,52%), diferindo do ‘BRS Topázio’ e do ‘BRS Safira’, que tiveram uma produção de óleo de 23,94% e 23,81%, respectivamente (Figura 17), porém, quando irrigados com água salinizada (9 dS m⁻¹) nas fases de floração e frutificação, nas estratégias A₁B₁C₂, A₂B₁C₂ e A₁B₂C₂ tiveram reduções no teor de óleo de 14,46%, 11,93% e 14,70% respectivamente, quando comparadas às plantas sem aplicação da salinidade ao longo do ciclo. Flagella et al. (2004), trabalhando com girassol sob dois regimes de irrigação e cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,6; 3,0; 6,0; 9,0 e 12 dS m⁻¹) também notaram que o aumento salinidade estava relacionado com a consequente redução no rendimento de óleo das sementes.

Quando o estresse salino foi aplicado apenas no estágio vegetativo, com o manejo A₂B₁C₁, foi semelhante aos das cultivadas na ausência do estresse salino (Figura 17), sendo evidenciado maior teor de óleo por planta (27,54%). Este fato é um indicativo de que a exposição da planta à salinidade da água de irrigação durante a fase vegetativa exerce menor efeito sobre a produção de óleo das sementes; ou seja, após o estágio de crescimento vegetativo no qual a sensibilidade ao estresse salino é mais evidente, o algodoeiro se torna progressivamente tolerante ao longo do ciclo (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990; MAAS e GRATTAN, 1999).

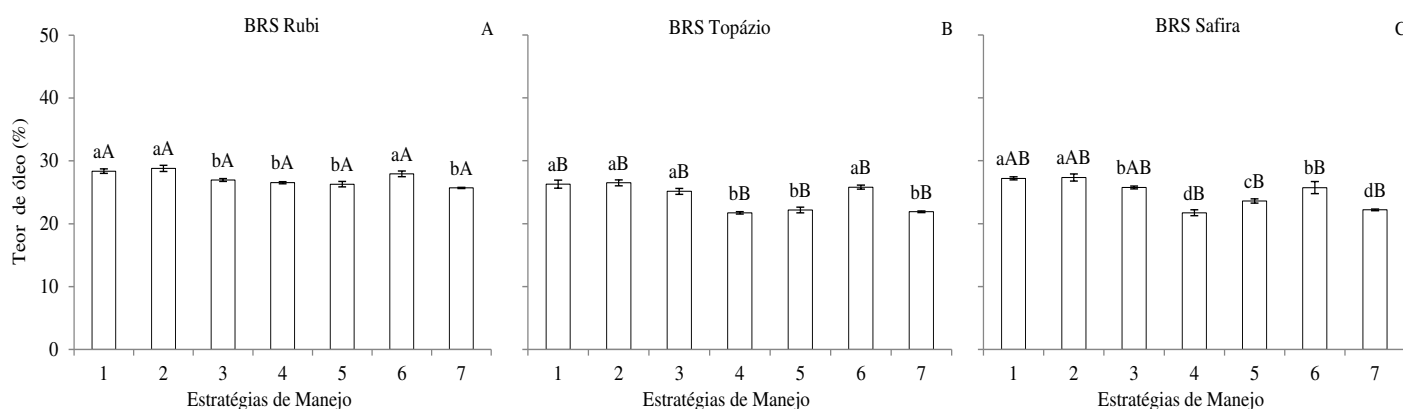


Figura 17. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para o teor de óleo em análise conjunta, dos Experimentos I e II. Barras representam o erro padrão da média (n=9). Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejo da salinidade (Scott-Knott, p<0,05); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, p<0,05

Quando os três genótipos foram estudados de forma isolada, no segundo ano de cultivo, notou-se que a ‘BRS Rubi’ teve maior teor de óleo em suas sementes (25,52%), diferindo da ‘BRS Topázio’ e da ‘BRS Safira’ que tiveram acúmulo no teor de óleo de 23,94% e 23,81%, respectivamente (Figura 18), observa-se condição de normalidade dos dados, já que na literatura o teor de óleo no algodoeiro, está entre 18% e 25% (SAXENA et al., 2011).

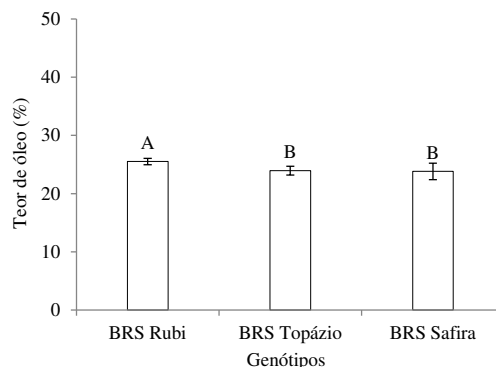


Figura 18. Teste de médias referente ao teor de óleo entre os genótipos de algodoeiro no segundo experimento. Genótipos com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Tukey, $p < 0,05$

5.5. Classificação dos genótipos quanto a tolerância à salinidade

Na estratégia de manejo $A_2B_1C_1$ plantas irrigadas com CEa de $9,0 \text{ dS m}^{-1}$ durante a fase vegetativa, no Experimento I, constata-se que todos os genótipos foram classificados como tolerantes. No entanto, no experimento II, submetidos a irrigação com água salinizada na fase vegetativa, os genótipos ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’ foram classificadas como moderadamente sensíveis, já o ‘BRS Safira’, foi moderadamente tolerante, quando submetidas às estratégias B-EV e BC-EV, enquanto que nas plantas provenientes de sementes produzidas com estresse salino na fase de frutificação, na estratégia C-EV, assim como no primeiro experimento, foi classificado como tolerante (Tabela 19). Tais resultados indicam a presença de ampla variabilidade genética para tolerância à salinidade entre os genótipos estudados, ocorrendo reduções na tolerância da ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’, quando as sementes que lhes originaram foram produzidas sob salinidade nas fases de floração (B-EV) e floração/frutificação (BC-EV) foram irrigadas com água salinizada na fase vegetativa em um novo ciclo de cultivo.

Tabela 19. Classificação de genótipos de algodoeiro quanto à tolerância à salinidade na fase vegetativa mediante o critério de redução relativa da massa de algodão em pluma, em análise conjunta, dos Experimentos I e II

Genótipos	Redução Relativa (%)	Faixa de Redução	Classificação	Redução Relativa (%)	Faixa de Redução	Classificação
	A ₂ B ₁ C ₁ (Experimento I)			B-EV (Experimento II)		
BRS Rubi	13,04	< 20	T	50,72	40 - 60	MS
BRS Topázio	8,51	< 20	T	47,08	40 - 60	MS
BRS Safira	7,60	< 20	T	23,27	20 - 40	MT
	C-EV (Experimento II)			BC-EV (Experimento II)		
BRS Rubi	55,08	40 - 60	MS	52,89	40 - 60	MS
BRS Topázio	55,60	40 - 60	MS	51,12	40 - 60	MS
BRS Safira	16,37	< 20	T	29,31	20 - 40	MT

Experimento I: A₁, B₁, C₁: sem salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e A₂, B₂, C₂: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Experimento II: A- sementes oriundas de plantas irrigadas no primeiro experimento com água de 0,8 dS m⁻¹, B- sementes de plantas irrigadas no ciclo anterior com água salinizada na floração, C- sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada na frutificação e BC- sementes produzidas no primeiro experimento sob alta salinidade na floração e formação da produção; E0: sem salinidade; EV, EFL, EFR, EFF: com salinidade nas fases vegetativa, floração, frutificação e floração/frutificação, respectivamente, no novo experimento.

T = tolerante; MT = moderadamente tolerante; MS = moderadamente sensível e S = sensível

Na Tabela 20 é apresentada a classificação dos genótipos com base no critério de redução relativa da massa de algodão em pluma, onde se comparam as produções obtida no nível de salinidade de 9,0 dS m⁻¹ nas fases de floração, frutificação e floração/frutificação, em relação à produção alcançada nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade (0,8 dS m⁻¹), em ambos os experimentos. Com base nesse critério de avaliação, verificou-se que sob água de 9,0 dS m⁻¹ na fase de floração no primeiro experimento a ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’ foram moderadamente tolerantes, enquanto ‘BRS Safira’ foi tolerante. No segundo experimento, observa-se mesma tendência, com exceção na ‘BRS Safira’ que passou a ser tolerante.

A irrigação com água salina na fase de frutificação no Experimento I, todos os genótipos estudados foram considerados moderadamente sensíveis a esse nível de salinidade da água, porém, no Experimento II, estes passaram a ser tolerantes; e nas fases de floração e frutificação em sucessão no primeiro experimento, a ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’ foram moderadamente sensíveis e a ‘BRS Topázio’ foi sensível, alterando-se para tolerante e moderadamente tolerante.

Tabela 20. Classificação de genótipos de algodoeiro quanto à tolerância à salinidade nas fases de floração, frutificação e floração/frutificação mediante o critério de redução relativa da massa de algodão em pluma, em análise conjunta, dos Experimentos I e II

Genótipos	Redução Relativa (%)	Faixa de Redução	Classificação	1° Experimento			2° Experimento		
				Floração			Frutificação		
BRS Rubi	35,17	20 - 40	MT	24,63	20 - 40	MT			
BRS Topázio	27,92	20 - 40	MT	18,38	< 20	T			
BRS Safira	17,87	< 20	T	-	< 20	T			
				Frutificação					
BRS Rubi	47,03	40 - 60	MS	5,02	< 20	T			
BRS Topázio	49,73	40 - 60	MS	12,10	< 20	T			
BRS Safira	43,34	40 - 60	MS	-	< 20	T			
				Floração/Frutificação					
BRS Rubi	59,28	40 - 60	MS	18,84	< 20	T			
BRS Topázio	63,56	> 60	S	24,66	20 - 40	MT			
BRS Safira	59,31	40 - 60	MS	2,58	< 20	T			

T = tolerante; MT = moderadamente tolerante; MS = moderadamente sensível e S = sensível

Ressalta-se a melhoria na fisiologia dos genótipos avaliados quando submetidos ao estresse cumulativo, entre cultivos, através da utilização de sementes produzidas sob salinidade, nas fases de floração e formação da produção, podem ter ativado mecanismos gênicos envolvidos na tolerância a salinidade, uma vez que, a determinação da dissimilaridade genética, por meio da avaliação simultânea de vários caracteres, pode ser uma ferramenta eficiente para a identificação de genótipos superiores, possibilitando a concentração de esforços nas combinações mais promissoras (MOURA et al., 1999).

6. CONCLUSÕES

- No primeiro ciclo de cultivo os genótipos ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ são moderadamente sensíveis à salinidade da água na fase de formação da produção, entretanto, com o estresse salino cumulativo no segundo ciclo, são classificados como tolerantes à salinidade da água de $9,0 \text{ dS m}^{-1}$ na formação da produção.
- A irrigação com água salina na fase vegetativa do algodoeiro pode ser utilizada no primeiro ano de cultivo do algodoeiro, porém, em um novo ciclo, o uso de sementes produzidas sob condições de salinidade, é prejudicial durante a fase vegetativa e não há recuperação das plantas após suspensão do estresse.
- No segundo ciclo de produção, há incrementos na massa de algodão em pluma e na qualidade de fibra de algodoeiros coloridos oriundos de sementes provenientes de estresse nas fases de floração e frutificação.
- As trocas gasosas, sobretudo condutância estomática, transpiração e taxa de fotossíntese do algodoeiro, não são comprometidas com o aumento da salinidade da água de irrigação na fase de floração e frutificação em ciclos sucessivos de cultivo do algodoeiro.
- O teor de óleo dos genótipos de algodoeiro não é comprometido pelo estresse salino cumulativo, variando os estádios de desenvolvimento das plantas, partindo de sementes oriundas de plantas irrigadas com água salinizada no ciclo anterior, variando os estádios de desenvolvimento das plantas.

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.; ANWAR, F.; HUSSAIN, A. I.; ASHRAF, M.; AWAN, A. R. Does Soil Salinity Affect Yield and Composition of Cottonseed Oil? *Journal of the American Oil Chemists Society*, v.84, n.9, p.845-851, 2007.
- ALI, Z.; KHAN, A. S.; KHAN, I. A.; AZHAR, F. M. Effects of NaCl on root growth and ionic relations of wheat. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, v.1, n.2, p.123-125, 2005.
- ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do Ca_2^+ externo no conteúdo de Na^+ e K^+ em cajueiros expostos a salinidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, n.4, p.602-608, 2011.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. Official methods and recommended practices of the AOCS. 5th ed. Champaign: AOCS, 2000.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, E. F. F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; LEAL, C. M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semiárido piauiense. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.4, p.873-880, 2006.
- 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.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, v. 166, n.1, p. 3-16, 2004.

- 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.
- AYDIN, A.; KANT, C.; TURAN, M. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. v.7, n.7, p.1073-1086, 2012.
- 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).
- AZHAR, F. M.; RAZA, A. Variation and heritability of salinity tolerance in upland cotton at early stage of plant development. Pakistan Journal of Biological Sciences, v.3, n.12, p.1991-1993, 2000.
- BARROS JUNIOR, G. GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. D. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.4, p.350-355, 2008.
- BARROSO, A. A. F.; GOMES, G. E.; LIMA, A. E. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; LIMA, C. A. 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.
- BAULCOMBE, D. C.; DEAN C. Epigenetic regulation in plant responses to the environment. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, v.6, n.9, p.a019471, 2014.
- 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).
- BERGER, S. L.; KOUZARIDES, T.; SHIEKHATTAR, R.; SHILATIFARD, A. An operational definition of epigenetics. Genes & Development, v.23, n.3, p.781-783, 2009.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

- BHATNAGAR-MATHUR, P.; VADEZ, V.; SHARMA, K. K. Transgenic approaches for abiotic stress tolerance in plants: retrospect and prospects. *Plant Cell Rep*, v.27, n.3, p.411-24, 2008.
- BIGGAR, J. W.; ROLSTON, D. E.; NIELSOEN, D. R. Transport of salts by water. *California Agriculture*, v.38, n.10, p.10-11. 1984.
- BOSSDORF, O.; RICHARDS, C. L.; PIGLIUCCI, M. Epigenetics for ecologists. *Ecology Letters*, v.11, n.2, p.106-11, 2008.
- BOTÍA, P. NAVARRO, J. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. *European Journal of Agronomy*, v.23, n.3, p.243-253, 2005.
- BRITO, K. S. A. Produção de algodoeiros naturalmente coloridos sob estresse salino no segundo ciclo de cultivo após poda. (Dissertação Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. 2015.
- CARDOSO, G. D. Períodos de interferência de plantas daninhas em algodoeiro cultivares BRS Safira e BRS Verde. (Tese de Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, 2009. 60p.
- CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. C. A.; BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida BRS Safira. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n.3, p. 456-462, 2010.
- CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G. P.; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, J. N. BRS Rubi. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 2p. (Folder).
- 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.; ARAUJO, G.P. de; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, J. N. 'Folder BRS Safira'. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2009.

- 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.
- CERVERA, M. T.; RUIZ-GARCIA, L.; MARTINEZ-ZAPATER, J. Analysis of DNA methylation in *Arabidopsis thaliana* based on methylation-sensitive AFLP markers. *Molecular Genetics and Genomics*, v.268, n.4, p.543–552, 2002.
- CAVALCANTE, I. H. L.; OLIVEIRA, F. A.; 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, (Suplemento), p.108-111, 2005.
- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. sunrise solo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, p.1281- 1290, 2010.
- 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.
- CHINNUSAMY, V.; ZHU, J. K. Epigenetic regulation of stress responses in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, v.12, n.2, p.133–139, 2009.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Moderna. 1982. 368p.
- COKUS, S. J.; FENG, S.; ZHANG, X.; CHEN, Z.; MERRIMAN, B.; HAUDENSCHILD, C. D.; PRADHAN, S.; NELSON, S. F.; PELLEGRINI, M.; JACOBSEN, S. E. Shotgun bisulphite sequencing of the *Arabidopsis* genome reveals DNA methylation patterning. *Nature*, v.452, 215–219, 2008.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Perspectivas para a agropecuária*. v.1, Brasília: CONAB, 2015.

- CONTRERAS, A. M.; ELIZONDO, M. S. Relaciones agua-sueloplanta-atmosfera. México: Universidad Autonoma de Chapingo, Departamento de Enseñanza Investigación y Servicio en Irrigación 2. ed. 1980, 22p.
- COSTA, M. E. da; MORAIS, F. A. de; SOUZA, W. C. M. de; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T. de. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. Revista Ciência Agronômica, v.44, n.1, p.34-43, 2013.
- COTTON INCORPORATED. The Classification of Cotton. Washington. 2001. Disponível em: <<http://www.cottoninc.com/classificationofcotton/?Pg=2>>. Acesso em: 25 fev. 2016.
- CRUZ, J. L. Produção e participação de matéria seca e abertura estomática do limoeiro cravo submetido a estresse salino. Revista Brasileira de Fruticultura, v.25, n.3, p.528-53, 2003.
- CUBAS, P.; VINCENT, C.; COEN, E. An epigenetic mutation responsible for natural variation in floral symmetry. Nature. v.401, n.6749, p.157-61, 1999.
- DANIEL, V. C.; SERVILHA, R. R.; SILVA, F. F.; ZONETTI, P. C. Germinação e crescimento de plântulas de algodão colorido sob condições de estresse salino. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.4, n.2, p.321-333, 2011.
- 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.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 33).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Cultivo do algodão irrigado. Sistemas de Produção 3. 2ª edição. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br>: Acesso em 30 de mar de 2016.
- 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).

- FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (Ed.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997. p. 365-385.
- FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. DOS S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; LACERDA, C. F. (ed.); Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicativos. Fortaleza: INCT Sal, 2010, cap. 13, p.205-218.
- FARIAS, P. S. C. O circuito espacial de produção e os círculos de cooperação do algodão colorido da Paraíba (1989-2005): considerações iniciais. In: Simpósio da Pós-graduação em Geografia, 3, Recife. Anais... Recife: DCG/CFCH/UFPE, 2005.
- FERRAZ, R. L. S. Crescimento, fisiologia e produção do algodoeiro sob efeito do silício via foliar. (Dissertação de Mestrado) Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2012. 130f.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FLAGELLA, Z.; GIULIANI, M. M.; ROTUNNO, T.; DI CATERINA, R.; DE CARO, A. Effect of saline water on oil yield and quality of a high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrid. European Journal of Agronomy, v.21, n.2, p.267–272, 2004.
- FLORES, H. E. Polyamines and plant stress. In: LASCHER, R. G.; CUMMING, J. R. Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms. Wiley-liss, New York, 1990, p.217- 239.
- FONSECA, R. G.; SANTANA, J. C. F. Resultados de ensaio HVI e suas interpretações (ASTM D-4605). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Embrapa Algodão, Circular Técnica 66, p.1-13, 2002.
- FRANCO, A. L. C.; MIZUBUTI, I. Y.; AZEVÊDO, J. A. G.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PEIXOTO, E. L. T.; FERREIRA, D. M. F.; ANDRADE NETO, A. Q. Fermentação

- ruminal e produção de metano in vitro de dietas contendo torta de algodão. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.4, p.1955-1966, 2013.
- FREIRE, E. C. O algodão colorido no Brasil. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, v.2, n.9, p.36-39, 1999.
- FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, 2007. cap.16, p.929-954.
- FURTADO, R. F.; MANO, A. R. O.; ALVES, C. R.; FREITAS, S. M.; MEDEIROS FILHO, S. Efeito da salinidade na germinação de sementes de algodão. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, n.2, p.224-227, 2007.
- GARCIA-SANCHEZ, F.; SYVERTSEN, J. P.; GIMENO, V.; BOTIA, P.; PEREZ-PEREZ, J. G. Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water use efficiency. *Physiologia Plantarum*. v.130, n.4, p.532-542, 2007.
- GRIFFING, B.; Concept of general and specific combining ability in relation to crossing system, *Australian Journal of Biological Sciences*, v.9, n.4, p.463 – 493, 1956.
- 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.
- HUANG, C. H.; ZONG, L.; BUONANNO, M.; XUE, X.; WANG T.; TEDESCHI, A. Impact of saline water irrigation on yield and quality of melon (*Cucumis melo* cv. Huanghemi) in northwest China. *European Journal of Agronomy*, v.43, s.n., p.68-76, 2012.
- JÁCOME, A. G. Crescimento e produção de genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em condições de salino sodicidade. 127p. (Dissertação Mestrado), Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, PB. 1999.
- JÁCOME, A. G.; OLIVEIRA, R. H. P.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. P.; GONÇALVES, A. C. A. Crescimento de genótipos de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.25, n.2, p.305-313, 2003.

- JÁCOME, A. G.; FERNANDES, P. D.; GONÇALVES, A. C. A.; AMARAL, H. F. Tolerância do algodoeiro em diferentes estádios irrigados com água salina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Campina Grande. Anais... Campina Grande, PB: EMBRAPA, 2005. CD Room.
- JAMES, R. A.; RIVELLI, A. R.; MUNNS, R.; CAEMMERER, V. 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.
- JIRTLE, R. L.; SKINNER, M. K. Environmental epigenomics and disease susceptibility. *Nature Reviews Genetics*, v.8, p.253-262, 2007.
- KEYTE, A. L.; PERCIFIELD, R.; LIU, B.; WENDEL, J. F. Intraspecific DNA methylation polymorphism in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Heredity*, v.97, n.5, p. 444-450, 2006.
- KHADI, B. M.; SANTHY, V.; YADAV M. S. Cotton: an introduction. *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, v.65, p.1-14, 2010.
- KHAN, S.; TARIQ, R.; YUANLAI, C.; BLACKWELL, J. Can irrigation be sustainable? *Agricultural Water Management*, v.80, n.1-3, p.87–99, 2006.
- KHORSANDI, F.; ANAGHOLI, A. Reproductive Compensation of Cotton after Salt Stress Relief at Different Growth Stages. *Journal Agronomy & Crop Science*, v.195, n.4, p.278–283, 2009.
- KIMATU, J. N.; DIARSO, M.; SONG, C.; AGBOOLA, R. S.; PANG, J.; QI, X.; LIU, B. DNA cytosine methylation alterations associated with aluminium toxicity and low pH in *Sorghum bicolor*. *African Journal of Agricultural Research*, v.6, n.19, p.4579-4593, 2011.
- 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.
- KUSVURAN, S.; DASGAN, H.Y.; ABAK, K.; AYDONER, G. Determination of genotypical differences of melons to salt tolerance. *Acta Horticulturae*, v.918, n.2, p.777-783, 2011.

- 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.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. P. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, v.49, n.2, p.107-120, 2003.
- LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Engenharia Agrícola*, v.29, n.2, p.221-230, 2009.
- LAUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K. (ed.). *Agricultural salinity assessment and management*. New York: ASCE manuals and reports on engineering practice, 1990. cap. 6. p.113-137.
- LE, T. N.; SCHUMANN, U.; SMITH, N. A.; TIWARI, S.; AU, P. C.; ZHU, Q. H.; TAYLOR, J. M.; KAZAN, K.; LLEWELLYN, D. J.; ZHANG, R.; DENNIS E. S.; WANG, M. DNA demethylases target promoter transposable elements to positively regulate stress responsive genes in *Arabidopsis*. *Genome Biology*, v.15, n.9, p.458, 2014.
- LEPRUN, J. C. Primeira Avaliação das Águas Superficiais do Nordeste: Relatório de fim de convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro, Recife, SUDENE-DRN, 1983, p. 91-141, Convênio SUDENE/ORSTOM.
- LETEY, J.; FENG, G. L. Dynamic versus steady-state approaches to evaluate irrigation management of saline waters. *Agricultural Water Management*, v.91, n.1-3, p.1-10, 2007.
- LIMA, L. H. G. 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.

- LUKENS, L. N.; ZHAN, S. The plant genome's methylation status and response to stress: implications for plant improvement. *Current Opinion in Plant Biology*, v.10, n.3, p.317-322, 2007.
- MAAS, E. V.; GRATAN, 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.
- 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.
- 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.
- MANCHANDA, G.; GARG, N. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.30, n.5, p.595-618, 2008.
- MASTAN, S. G.; RATHORE, M. S.; BHATT, V. D.; CHIKARA, Y. J. Assessment of changes in DNA methylation by methylation-sensitive amplification polymorphism in *Jatropha curcas* L. subjected to salinity stress. *Gene*, v.508, n.1, p.125-129, 2012.
- MATHIEU, O.; REINDERS, J.; CAIKOVSKI, M.; SMATHAJITT, C.; PASZKOWSKI, J. Transgenerational stability of the *Arabidopsis* epigenoma is coordinated by CG methylation. *Cell*, v.130, n.5, p.851–862, 2007.
- MEDEIROS, J. F. Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE. 173f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande, PB, 1992.
- MEDEIROS, J. F. 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, 1996.

MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R. Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (eds.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 8, p. 239-284.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; CARMO, G. A. Riscos e medidas mitigadoras para salinidade em áreas irrigadas. Reunião Sul americana para manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semiáridas. Salvador, 2008.

MELONI, D. A.; OLIVA, M. A.; MARTINEZ, C. A.; CAMBRAIA, J. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environmental Experimental Botany*, v.49, n.1, p.69-76, 2003.

MEREDITH, W. R. Quantitative genetics. In: KOHEL, R. J.; LEWIS, C. F. (ed.) *Cotton. Agronomy Monograph 24*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. 1984. p.131-150.

MERMOUD, A.; TAMINI, T. D.; YACOUBA H. Impact of different irrigation schedules on the water balance components of an onion crop in semi-arid zone. *Agricultural Water Management*, v.77, n.1-3, p.282-295, 2005.

MGUIS, K.; ALBOUCHI, A.; KHADHRI, A.; ABASSI, M.; YAKOUBI-TEJ, M.; MAHJOUR, A.; OUERGHI, Z.; BRAHIM, N. B. Adjustments in leaf water relations of wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth. and wheat (*Triticum durum* Desf.) plants grown in a salinity gradient. *Australian Journal of Crop Science*, v.6, n.5, p.768-776, 2012.

MIN, W.; HOU, Z.; MA, L.; ZHANG, W.; RU, S.; YE, J. Effects of water salinity and N application rate on water- and N-use efficiency of cotton under drip irrigation. *Journal of Arid Land*, v.6, n.4, p.454-467, 2014.

MOURA, W. M.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, p.217-224, 1999.

- MUNS, R.; HUSAIN, S.; RIVELLI, A. R.; JAMES, R. A.; CODON, A. G.; LINSAY, M. P.; LAGUDAH, E. S.; SCHACHTMAN, D. P.; HARE, R. A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. *Plant Soil*, v.247, p.93-105, 2002.
- MURTAZA, G.; GHAFOORA, A.; QADIRB, M. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. *Agricultural Water Management*, v.81, n.1-2, p.98-114, 2006.
- NAVARRO, A.; BAÑON, S.; OLMOS, E; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Effects of sodium chloride on water potential components, hydraulic conductivity, gas exchange and leaf ultrastructure of *Arbutus unedo* plants. *Plant Science*, v.172, n.3, p.473-480, 2007.
- NAWAZ, K.; HUSSAIN, K. M. A.; KHAN, F.; AFGHAN, S.; ALI, K. Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. *African Journal of Biotechnology*, v.9, n.34, p.5475-5480, 2010.
- NOBLE, C. L.; HALLORAN, G. M.; WEST, D. W. Identification and selection for salt tolerance in Lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, v.35, n.2, p.239-252, 1984.
- NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, n.3, p.358-365. 2010.
- 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.
- OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, A. M. P.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, J. F. Irrigação com água salina no crescimento inicial de três cultivares de algodão. *Irriga*, v.13, n.4, p.467-475, 2008.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. R. A.; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.2, p.279-287, 2012.

- PAIVA, L. L.; DIAS, N. S.; FARIAS, W. C.; MEDEIROS, L. C. FERREIRA, L. L. Tolerância de cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum*) à salinidade da água de irrigação. Revista Verde, v.8, n.4, p. 232-237, 2013.
- 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.
- PEDROZA, J. P.; HAANDEL, A. C.; BELTRÃO, N. E. M.; DIONÍSIO, J. A.; DUARTE, M. E. M. Qualidade tecnológica da pluma de algodoeiro herbáceo cultivado em biossólido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.3, p.586-592, 2006.
- PEREIRA, E. R. L. Tolerância de genótipos do algodão colorido ao estresse salino. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, PB, 2012.
- QUEIROZ, S. O. P.; 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.
- RANGWALA, S. H.; ELUMALAI, R.; VANIER, C.; OZKAN, H.; GALBRAITH, D. W.; RICHARDS, E. J. Meiotically stable natural epialleles of Sadhu, a novel Arabidopsis retroposon. PLoS Genetics, v.2, n.3, p.e36, 2006.
- RAY, N.; JADHAVE, S. B.; KHADDAR, V. K. Effect of graded salinity levels on the lint quality of *Gossypium hirsutum* L. cultivars. Indian Journal of Agricultural Research, v.21, n.3, p.127-132, 1989.
- 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, E. J. Inherited epigenetic variation: revisiting soft inheritance. *Nature Reviews: Genetics*, v.7, p.395-401, 2006.
- RICHARDS, C. L.; BOSSDORF, O.; PIGLIUCCI, M. What role does heritable epigenetic variation play in phenotypic evolution? *BioScience*, v.60, n.3, p.232-237, 2010.
- SANTOS, S. J. S. Salinização do solo: Problemática socioambiental do perímetro irrigado Jacaré-Curitiba-SE. 164f. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SE. 2015.
- SAVVAS, D. STAMATIB, E.; TSIROGIANNISB, I. L.; MANTZOSB, N.; BAROUCHASB, P. E.; KATSOULASC, N.; KITTASC, C. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. *Agricultural Water Management*, v.91, n.1-3, p.102-111, 2007.
- SAXENA, K. D.; SHARMA, K. S.; SAMBIC, S. S. Kinetics and Thermodynamics of Cottonseed Oil Extraction. *Grasas y Aceites*. v.62, n.2, p.198-205, 2011.
- 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.
- SHAN, X. H.; WANG, X. Y.; YANG, G.; WU, Y.; SU, S. Z.; LI, S. P.; LIU, H. K.; YUAN, Y. P. Analysis of the DNA methylation of maize (*Zea mays* L.) in response to cold stress based on methylation-sensitive amplified polymorphisms. *Journal of Plant Biology*, v.56, n.1, p.32-38, 2013.
- SHANNON, M. C. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In: STAPLES, R.; TBENNISSAN, G. H. (eds), *Salinity Tolerance in Pant Strategies for Crop Improvement*, Wiley-Interscience, 1984, v.13, p.231-254.
- SHIMAZAKI, K.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. *Annual Review of Plant Biology*, v.58, p.219–247, 2007.

- SILVA JÚNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.1, p.11-17, 1999.
- 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, N. M. L.; BARROS, M. F. C.; FONTENELE, A. J. P. B.; VASCONCELOS, R. R. A.; FREITAS, B. L. Q. O.; SANTOS, P. M. Application of gypsum requirement levels and water depth for correction the sodicity and salinity of saline-sodic soils. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.8, n.2, p.147-153. 2014.
- SILVEIRA, J. A. G.; SIVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. *Manejo da salinidade na agricultura*. Fortaleza, INCTSal, p.162-178, 2010.
- SIQUEIRA, E. C.; GHEYL, 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.
- SOUSA JUNIOR, S. P.; SOARES, F. A. L.; SIQUEIRA, E. C.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS Verde sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, (Suplemento), p.236-241, 2005.
- SOUSA JUNIOR, S. P. FERNANDES, P. D.; GHEYI, R. H.; SOUSA, R. F.; SOARES, F. A. L.; CARVALHO, A. P.; LIMA, A. N. Uso de água salina no crescimento do algodoeiro colorido BRS Verde sob adubação nitrogenada. *Engenharia Ambiental*, v. 5, n. 1, p. 28-46, 2008.
- SUASSUNA, J. F. Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse salino. (Tese Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2013.

- 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.
- SULEWSKA, A.; NIKLINSKA, W.; KOZLOWSKI, M.; MINAROWSKI, L.; NAUMNIK, W.; NIKLINSKI, J.; DABROWSKA, K.; CHYCZEWSKI, L. DNA methylation in states of cell physiology and pathology. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, v.45, n.3, p.149-158, 2007.
- SUN, J.; DAI, S.; WANG, R.; CHEN, S.; ZHOU, X.; SHEN, X.; ZHENG, X.; ZHANG, Z.; SONG, J.; XU, Y. Calcium mediates root K⁺/Na⁺ homeostasis in poplar species differing in salt tolerance. *Tree Physiology*, v.29, n.9, p.1175-1186, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p
- TAKEDA, S.; PASZKOWSKI, J. DNA methylation and epigenetic inheritance during plant gametogenesis. *Chromosoma*, v.115, n.1, p.:27-35, 2006.
- VAUGHN, M. W.; TANURDŽIĆ, M.; LIPPMAN, Z.; JIANG, H.; CARRASQUILLO, R.; RABINOWICZ, P. D.; DEDHIA, N.; MCCOMBIE, W. R.; AGIER, N.; BULSKI, A.; COLOT, V.; DOERGE, R. W.; MARTIENSSEN, R. A. Epigenetic Natural Variation in *Arabidopsis thaliana*. *PLoS Biology*, v.5, n.7, p.e174, 2007.
- VIDAL NETO, F. C.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L.; CARVALHO, L. P. BRS Topázio. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2010. 1 Folder.
- WANG, W. S.; PAN, Y. J.; ZHAO, X. Q.; DWIVEDI, D.; ZHU, L. H.; ALI, J.; FU, B. Y.; LI, Z. K. Drought-induced site specific DNA methylation and its association with drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Experimental Botany*, v.62, n.6, p.1951-1960, 2011.
- WEIDMAN, J. R.; DOLINOY, D. C.; MURPHY, S. K.; JIRTLE, R. L. Cancer susceptibility: epigenetic manifestation of environmental exposures. *The Cancer Journal*, v.13, n.1, p.9-16, 2007.
- YAO, X.; HORIE, T.; XUE, S.; LEUNG, H. Y.; KATSUHARA, M.; BRODSKY, D. E.; SCHROEDER, J. I. Differential sodium and potassium transport selectivities of the rice

- OsHKT_{2;1} and OsHKT_{2;2} transporters in plant cells. *Plant Physiology*, v.152, n.1, p.341-355, 2010.
- ZHANG, C. Q.; HSIEH, T. F. Heritable epigenetic variation and its potential applications for crop improvement. *Plant Breed Biotechnol*, v.6, n.1, p.307-319, 2013.
- ZHAO, J.; SUN, B. K.; ERWIN, J. A.; SONG, J.; LEE, J. T. Polycomb proteins targeted by a short repeat RNA to the mouse X chromosome. *Science*, v.322, n.5902, p.750-756, 2008.
- ZHAO, Q.; RANK, G.; TAN, Y. T.; LI, H.; MORITZ, R. L.; SIMPSON, R. J.; CERRUTI, L.; CURTIS, D. J.; PATEL, D. J.; ALLIS, C. D.; CUNNINGHAM, J. M.; JANE, S. M. PRMT5-mediated methylation of histone H4R3 recruits DNMT3A, coupling histone and DNA methylation in gene silencing. *Nature structural & molecular biology*, v.16, p.304-311, 2009.
- ZHAO, S. Q.; HU, J.; GUO, L. B.; QIAN, Q.; XUE, H. W. Rice leaf inclination 2, a VIN3-like protein, regulates leaf angle through modulating cell division of the collar. *Cell Research*, v.20, p.935-947, 2010.
- ZHU, Y.; WENG, M.; YANG, Y.; ZHANG, C.; LI, Z.; SHEN, W. H.; DONG, A. *Arabidopsis* homologues of the histone chaperone ASF1 are crucial for chromatin replication and cell proliferation in plant development. *The Plant Journal*, v.66, n.3, p.443-455, 2011.
- ZONG, L. TEDESCHI, A.; XUE, X.; WANG, T.; MENENTI, M.; HUANG, C. Effect of different irrigation water salinities on some yield and quality components of two field-grown cucurbit species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, v.35, n.2, p.297-307, 2011.