



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



DISSERTAÇÃO

**PRODUÇÃO DE ALGODOEIROS NATURALMENTE
COLORIDOS SOB ESTRESSE SALINO NO SEGUNDO CICLO
DE CULTIVO APÓS PODA**

KALYNE SONALE ARRUDA DE BRITO

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
FEVEREIRO – 2015**

KALYNE SONALE ARRUDA DE BRITO

Bacharel em Engenharia Agrícola

**PRODUÇÃO DE ALGODOEIROS NATURALMENTE
COLORIDOS SOB ESTRESSE SALINO NO SEGUNDO CICLO DE
CULTIVO APÓS PODA**

Orientadores: Prof. Dr. PEDRO DANTAS FERNANDES
Dr. JANIVAN FERNANDES SUASSUNA

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

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

FEVEREIRO – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B862p

Brito, Kalyne Sonale Arruda de.

Produção de algodoeiros naturalmente coloridos sob estresse salino no segundo ciclo de cultivo após poda / Kalyne Sonale Arruda de Brito. – Campina Grande, 2015.

101 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2015.

"Orientação: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes, Prof. Dr. Janivan Fernandes Suassuna".

Referências.

1. *Gossypium hirsutum* L. (Algodão).
2. Parâmetros Fisiológicos.
3. Tolerância à Salinidade.
4. Genótipos. I. Fernandes, Pedro Dantas. II. Suassuna, Janivan Fernandes. III. Título.

CDU 633.511(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

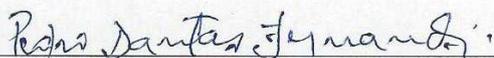


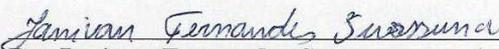
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

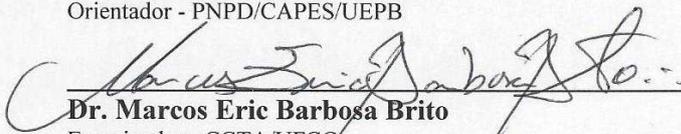
KALYNE SONALE ARRUDA DE BRITO

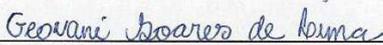
PRODUÇÃO DE ALGODOEIROS NATURALMETE COLORIDOS SOB
ESTRESSE SALINO NO SEGUNDO CICLO DE CULTIVO APÓS PODA

BANCA EXAMINADORA

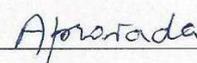

Dr. Pedro Dantas Fernandes
Orientador - UEPB

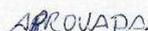

Dr. Janivan Fernandes Suassuna
Orientador - PNPd/CAPES/UEPB

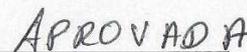

Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
Examinador - CCTA/UFCG

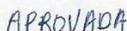

Dr. Geovani Soares de Lima
Examinador - PNPd/CAPES/UFCG

PARECER









FEVEREIRO - 2015

Aos meus pais ‘Crisóstomo’ e ‘Socorro’, por todo empenho e sacrifício em prol da minha educação e crescimento, pela paciência e força de me acolher nos momentos menos favorecidos, por acreditarem no meu potencial e pelo ensinamento prestado dia a dia de honestidade, humildade e perseverança.

DEDICO

À minha filha amada ‘Lívia’, que embora, um bebê, me proporcionou maior garra, impulso e anseio para a conclusão deste trabalho; ao meu namorado ‘Evandro’ e minhas irmãs ‘Bruna’ e ‘Jardelle’ pelo companheirismo e incentivo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua imensa glória em minha vida, ao seu filho e meu pai, Jesus Cristo, meu confidente e protetor, à Virgem Maria Santíssima, minha mãezinha do Céu, aos quais devo todo meu esforço e perseverança para concluir qualquer tarefa da minha vida e que jamais me deixaram perder o foco nos meus sonhos e objetivos.

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

A minha linda filha Lívia Mariah, que, por sua existência já me deu forças para lutar a cada dia.

Ao meu namorado Evandro Barros e irmãs Bruna e Jardelle, pelo companheirismo, carinho e amizade.

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

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

Aos orientadores Dr. Pedro Dantas Fernandes e Dr. Janivan Fernandes Suassuna, pela incomparável e valiosa contribuição à minha vida acadêmica e profissional, além de todo o incentivo, amizade e paciência.

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

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

Aos professores Soahd Rached e Luciano Saboya pelo apoio e paciência nos momentos em que precisava suprir as mais variadas dúvidas.

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

Aos membros da banca examinadora, Dr. Marcos Eric Barbosa Brito e Dr. Geovani Soares de Lima, pela disposição e contribuição para a melhoria do meu trabalho.

Em especial, aos amigos, Janivan, Geovani e Lauriane, por me ensinarem, tirarem dúvidas e me auxiliarem na condução e conclusão do meu trabalho, bem como a

Viviane Farias, Queila Duarte e ao seu marido Epitácio, também pela amizade e contribuição na condução do trabalho.

Aos amigos da pós-graduação: Júlia Soares, Tainara Tamara, Michelle Cordeiro, Ellysson Marcks, Jônatas Raulino, Guilherme Furtado, Silvanete, Samuel Silva, Flávio Szekut, Márcio Klein, Maicon, entre outros, pela valiosa amizade, companheirismo e ajuda.

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

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1. A CULTURA DO ALGODÃO	18
3.1.1. <i>O algodoeiro colorido</i>	19
3.1.2. <i>Importância econômica</i>	20
3.2. SALINIDADE NAS PLANTAS.....	21
3.2.1. <i>Aspectos gerais</i>	21
3.2.2. <i>Salinidade em algodoeiro</i>	22
3.3. PODA	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	25
4.2. FATORES EM ESTUDO E TRATAMENTOS	26
4.3. RECIPIENTES E SUBSTRATO	27
4.4. PODA	27
4.5. GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO.....	27
4.5.1. <i>Brazil Seeds Rubi (BRS Rubi)</i>	27
4.5.2. <i>BRS Topázio</i>	28
4.5.3. <i>BRS Safira</i>	28
4.6. PREPARAÇÃO DA ÁGUA SALINIZADA.....	29
4.7. MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	29
4.9. VARIÁVEIS ANALISADAS.....	30
4.9.1. <i>Variáveis de crescimento</i>	30
4.9.2. <i>Parâmetros fisiológicos</i>	31
4.9.3. <i>Fitomassa</i>	32
4.9.4. <i>Componentes de produção</i>	32
4.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1. FENOLOGIA – FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO	33
5.2. VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO	34
5.2.1. <i>Número de folhas</i>	35
5.2.2. <i>Taxa de crescimento relativo em número de folhas</i>	39
5.2.3. <i>Área foliar</i>	40
5.2.4. <i>Taxa de crescimento relativo em área foliar</i>	45
5.3. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS	47
5.3.1. <i>Trocas gasosas</i>	47
5.3.2. <i>Fluorescência da clorofila a</i>	60
5.4. FITOMASSA	68
5.5 COMPONENTES DE PRODUÇÃO.....	71
5.5.1. <i>Número médio de capulhos por planta (NCap)</i>	71

5.5.2. <i>Massa do algodão em pluma</i>	73
5.5.3. <i>Massa do algodão em caroço</i>	74
6. CONCLUSÕES	79
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
8. APÊNDICE	95

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF) e área foliar (AF) em função de genótipos de algodoeiro colorido, níveis de condutividade elétrica da água e diferentes épocas de avaliação após poda.....	34
Tabela 2. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre genótipos e níveis da condutividade elétrica da água para o número de folhas por planta (NF) dos algodoeiros naturalmente coloridos.....	35
Tabela 3. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre níveis da condutividade elétrica da água e épocas para o número de folhas por planta (NF) dos algodoeiros naturalmente coloridos.....	37
Tabela 4. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento relativo do número de folhas (TCRNF) em genótipos de algodoeiro colorido (G) com baixo e alto nível da condutividade elétrica da água (NCEa), dos 60 aos 75 e dos 75 aos 90 dias após poda.....	40
Tabela 5. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre genótipos e níveis de condutividade elétrica da água para a área foliar (AF) dos algodoeiros naturalmente coloridos.....	41
Tabela 6. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre níveis de condutividade elétrica da água e épocas para a área foliar (AF) dos algodoeiros naturalmente coloridos.....	43
Tabela 7. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento relativo da área foliar (TCRAF) em genótipos de algodoeiro coloridos (G) com baixo e alto nível da condutividade elétrica da água (NCEa), dos 60 aos 75 e dos 75 aos 90 dias após poda.....	45
Tabela 8. Resumo da análise de variância para as variáveis de trocas gasosas (g_s , A , E , $EIUA$, C_i e EIC), em função de genótipos de algodoeiro colorido, níveis de condutividade elétrica da água e diferentes épocas de avaliação após poda de regeneração.....	48
Tabela 9. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre genótipos e épocas para a transpiração (E).....	53
Tabela 10. Resumo das análises de variância para a fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), relações F_v/F_o e F_o/F_m em função de genótipos de algodoeiro colorido, níveis da condutividade elétrica da água e diferentes épocas de avaliação após poda.....	61
Tabela 11. Resumo da análise de variância para a fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC) e da fitomassa seca da parte aérea (FSPA) em	

genótipos de algodoeiro colorido (G) com baixo e alto nível da condutividade elétrica da água (NCEa).....	69
Tabela 12. Resumo da análise de variância para o número de capulhos por planta, peso do capulho, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma de genótipos de algodoeiro colorido (G) com baixo e alto nível da condutividade elétrica da água (NCEa) aos 180 DAP.....	71
Tabela 13. Teste de comparação de médias relativos ao desdobramento da interação entre genótipos e níveis de condutividade elétrica da água para a massa média do algodão em caroço (g por planta).....	77
Tabela 14. Resumo da avaliação da tolerância a salinidade com base no critério de rendimento relativo da produção em massa de algodão em caroço e da massa do algodão em pluma, segundo Fageria e Gheyi (1997).....	78

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Número de folhas (NF) em função do tempo, após a poda, relativos aos genótipos de algodoeiro colorido com baixa nível salinidade – 0,8 dSm ⁻¹ (A) e com alta salinidade - 8,0 dSm ⁻¹ (B).....	39
Figura 2. Área foliar (AF) em função do tempo, após a poda, relativos aos genótipos de algodoeiro colorido com baixa salinidade – 0,8 dSm ⁻¹ (A) e com alta salinidade - 8,0 dSm ⁻¹ (B).....	44
Figura 3. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação G x NCEa, da taxa de crescimento relativo da área foliar (TCRAF), dos 60 aos 75 dias após poda (A) e dos 75 aos 90 dias após poda (B).....	47
Figura 4. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação tripla entre genótipos, níveis de CEa e épocas para a condutância estomática (<i>gs</i>).....	50
Figura 5. Teste de médias referente à transpiração (<i>E</i>) do algodoeiro colorido sob níveis de condutividade elétrica da água.....	51
Figura 6. Teste de médias para a taxa de assimilação de CO ₂ (A) em função dos níveis de condutividade elétrica da água (A) e das épocas (B).....	54
Figura 7. Teste de médias referente à eficiência instantânea no uso da água (<i>EIUA</i>) de algodoeiro colorido em função dos níveis de CEa (A) e das épocas (B).....	55
Figura 8. Teste de médias referente à concentração interna de CO ₂ (<i>Ci</i>) de genótipos de algodoeiro colorido (A) e em função dos níveis de CEa (B).....	57
Figura 9. Teste de médias referente à eficiência instantânea de carboxilação (<i>EIC</i>) do algodoeiro colorido em função dos níveis de CEa (A) e das épocas (B).....	59
Figura 10. Teste de médias referente a fluorescência inicial de genótipos de algodoeiro colorido(A) e em função das épocas (B).....	62
Figura 11. Teste de médias referente a fluorescência máxima de genótipos de algodoeiro colorido (A) e em função das épocas (B).....	63
Figura 12. Teste de médias referente a fluorescência máxima de genótipos de algodoeiro colorido (A) e em função das épocas (B).....	64
Figura 13. Teste de médias referente à eficiência quântica do FSII de genótipos de algodoeiro colorido (A), em função dos níveis de CEa (B) e das épocas (C).....	66

Figura 14. Teste de médias referente à relação F_v/F_o de genótipos de algodoeiro colorido (A), em função das épocas (B).....	67
Figura 15. Teste de médias referente à relação F_o/F_m de genótipos de algodoeiro colorido (A), em função dos níveis de CEa (B) e das épocas (C).....	68
Figura 16. Teste de médias referente a fitomassa das folhas (FSF), fitomassa do caule (FSC) e fitomassa da parte aérea (FSPA) em função dos níveis de condutividade elétrica da água.....	70
Figura 17. Teste de médias referente ao número médio de capulhos por planta em função dos genótipos de algodoeiro colorido (A) e dos níveis de CEa (B).....	72
Figura 18. Teste de médias referente a massa do algodão em pluma em função dos genótipos de algodoeiro colorido (A) e dos níveis de CEa (B), ao final do ciclo de produção, 180 dias após a poda de regeneração.....	73
Figura 19. Teste de médias referente à massa do algodão em caroço em função dos genótipos de algodoeiro colorido (A) e dos níveis de CEa (B).....	75

BRITO, K.S.A. Produção de algodoeiros naturalmente coloridos sob estresse salino no segundo ciclo de cultivo após poda. 2015. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

RESUMO

O cultivo do algodoeiro se destaca como uma importante atividade socioeconômica no cenário agrícola brasileiro. No Nordeste brasileiro, entretanto, a produção é limitada pela baixa pluviosidade e pela presença de íons salinos em várias fontes hídricas utilizadas para irrigação. Faz-se necessário identificar genótipos que tolerem o estresse salino, a fim de fornecer subsídios ao seu cultivo em tais condições. Além disso, visando a reduzir o ciclo das plantas, com vantagens sobre custos de produção, é possível a realização de poda após a colheita do algodão, sendo importante se estudar o uso dessa prática sob limitações de salinidade. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a tolerância à salinidade, de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos durante o segundo ciclo de produção da cultura, após a poda. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, avaliando-se três genótipos de algodoeiros (G1 – BRS Rubi ; G2 – BRS Topázio e G3 – BRS Safira), submetidos a dois níveis de condutividade elétrica da água ($CEa = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e $8,0 \text{ dS m}^{-1}$), distribuídos no delineamento em blocos casualizados. A combinação dos fatores resultou em 6 tratamentos (3×2), com cinco repetições e cinco plantas por parcela. A distinção dos tratamentos, variando o nível da CEa, se iniciou 30 dias após poda (DAP), estendendo-se até o final do ciclo, avaliando-se aspectos de crescimento e de fisiologia, em três estádios de desenvolvimento das plantas (crescimento e intensa floração – 60 DAP; início de frutificação – 75 DAP e plena formação da produção – 90 DAP), além de variáveis de fitomassa e de componentes de produção. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste ‘F’ e, quando significativos foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A salinidade afeta, negativamente, variáveis de crescimento e parâmetros fisiológicos, sobretudo as trocas gasosas, além da produção de fitomassa e dos componentes de produção. Os três genótipos de algodoeiro são classificados como moderadamente tolerantes ao nível salino de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, no segundo ciclo, após poda.

Palavras - chave: *Gossypium hirsutum* L., parâmetros fisiológicos, tolerância à salinidade, genótipos

BRITO, K.S.A. Naturally colored cotton production under salt stress in the second cycle of cultivation after pruning. 2015. 101f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

ABSTRACT

The cultivation of cotton stands out as an important socio-economic activity in the Brazilian agricultural scenario. In northeastern Brazil, however, production is limited by low rainfall and the presence of salt ions in various water sources used for irrigation. It is necessary to identify genotypes that tolerate salt stress in order to provide support to its cultivation in such conditions. In addition, in order to reduce the cycle of plants, with advantages over production costs, it is possible to perform pruning after harvest cotton, it is important to study the use of this practice under saline limitations. In this sense, the objective was to evaluate the salt tolerance of cotton genotypes naturally colored during the second cycle of crop production, after pruning. The experiment was conducted in a greenhouse, evaluating three genotypes of cotton (G1 – BRS Rubi ; G2 – BRS Topázio e G3 – BRS Safira), submitted to two levels of electrical conductivity of water ($EC_w = 0.8 \text{ dS m}^{-1}$ and 8.0 dS m^{-1}) distributed in a randomized block design. The combination of factors resulted in 6 treatments (3×2), with five replications and five plants per plot. The distinction of treatments, varying the level of EC_w , began 30 days after pruning (DAP), extending to the end of the cycle, evaluating aspects of growth and physiology, in three of the plant development stages (growth and intense flowering – 60 DAP; beginning of fruit– 75 DAP and formation of full production – 90 DAP), in addition to biomass and production of variable components. Data were subjected to analysis of variance by 'F' test and when significant were compared by Tukey test ($p < 0.05$). Salinity affects negatively growth variables and physiological parameters, especially gas exchange, in addition to biomass production and yield components. The three cotton genotypes are classified as moderately tolerant to salt level of 8.0 dS m^{-1} in the second cycle after pruning.

Key words: *Gossypium hirsutum* L., physiological parameters, salt tolerance, genotype

1. INTRODUÇÃO

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

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

No Nordeste brasileiro o cultivo do algodoeiro tem sido uma atividade agrícola de grande importância socioeconômica, devido à tolerância da cultura à salinidade e por ter uma taxa diária de consumo hídrico relativamente baixa (AZEVEDO et al., 1993). Esses fatores são essenciais para se obter uma boa produção, uma vez que, nesta região ocorre déficit hídrico, durante mais de seis meses no ano, coincidindo, em geral, com temperaturas elevadas, necessitando-se, portanto, de irrigação para se obter maiores níveis de produtividade. Relacionado à irrigação, tem-se outro problema, o da qualidade inferior da água de poços, açudes e rios, contendo, geralmente, elevados teores de sais e que, ao ser utilizada, provoca efeitos indesejáveis sobre o crescimento e a produção das culturas, em geral. Nas plantas sensíveis ao estresse salino o efeito da salinidade se manifesta por severas reduções de crescimento e distúrbio na permeabilidade da membrana, atividade de troca hídrica, condutância estomática, fotossíntese e equilíbrio iônico (SHANNON e GRIEVE, 1999; NAVARRO et al., 2003; CABANERO et al., 2004).

Ayers e Westcot (1991) estabeleceram limites de concentração de Na^+ e Cl^- para diferentes cultivares, dependendo de sua tolerância, informando que o algodoeiro

herbáceo pode suportar um conteúdo de Na^+ ou Cl^- de até 20 meq L^{-1} na água de irrigação por aspersão, sem causar dano foliar sendo, portanto, considerado tolerante à concentração destes íons no solo. Todavia, ocorre diminuição do rendimento em 10, 25, 50 e 100% quando a condutividade elétrica do extrato de saturação é de 9,6, 13,0, 17,0 e 27,0 dS m^{-1} , respectivamente (DOORENBOS e KASSAM, 1994). Portanto, mesmo sendo considerado relativamente tolerante à salinidade, podem ocorrer reduções substanciais no crescimento e na produção do algodoeiro quando exposto a altos valores de condutividade elétrica (FAGERIA e GHEYI, 1997).

Acrescenta-se que os efeitos da salinidade variam com o genótipo e o estágio de desenvolvimento da cultura (QUEIROZ e BÜLL, 2001; MUNNS, 2005). Nesse contexto, uma prática que pode viabilizar o uso de água de baixa qualidade e de solos salinos é a utilização de genótipos com boa tolerância a esse fator abiótico (OLIVEIRA et al., 2010).

Uma alternativa para auxiliar na melhoria do rendimento da cultura do algodoeiro pode ser a realização de poda após a colheita, possibilitando um novo ciclo produtivo e, assim, aliar nova oportunidade de desenvolvimento da cultura e sua tolerância à irrigação com água salinizada, por serem escassos os estudos com tal objetivo. Assim, é necessária a realização de pesquisas que avaliem o efeito da salinidade sobre aspectos da fisiologia, do crescimento e da produção das plantas de distintos genótipos, num segundo ciclo de cultivo, pós-poda, visando-se identificar eventuais processos relacionados aos mecanismos de tolerância.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a tolerância de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos ao estresse salino no segundo ciclo de produção, após poda.

2.2. Objetivos específicos

- a) Avaliar os efeitos da poda sobre a fenologia das plantas de algodoeiros coloridos e a viabilidade de produção, no segundo ciclo de cultivo, em condições salinas;
- b) Identificar as alterações morfológicas, fisiológicas e de produção nas plantas de algodão, em função dos níveis de condutividade elétrica da água;
- c) Avaliar a tolerância à salinidade de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos, após poda, mediante critérios de rendimento relativo das plantas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A cultura do algodão

O algodoeiro anual (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) é uma dicotiledônea da família *Malvaceae* (FRYXELL, 1984), uma das fibras vegetais de cultivo mais antigo no mundo. As primeiras referências registram seu cultivo alguns séculos antes de Cristo, enquanto no Brasil teve início em meados do século XVIII, com a revolução industrial na Europa. Nesta mesma época, por volta de 1760, já se iniciava o beneficiamento do algodão, contando com a mão de obra de escravos através de um método manual primitivo (AMPASUL, 2010).

É uma das principais culturas exploradas no Brasil, cultivada em mais de quinze estados (OLIVEIRA et al., 2012). O avanço da tecnologia e o aumento da produtividade permitiram, ao Brasil, passar de maior importador mundial de algodão na década de 90, para o terceiro maior exportador do produto, em menos de 15 anos (MAPA, 2013). Tal importância para a economia interna se deve, também, à sua multiplicidade de uso visto que o algodão é a fibra têxtil natural mais utilizada pelo homem e se caracteriza por ser uma celulose na sua forma quase pura; além disso, a semente é rica em óleo e o bagaço pode ser aproveitado para alimentação animal (CARVALHO, 1996).

O algodoeiro herbáceo é uma planta de organografia complexa, que apresenta pelo menos três tipos de folha, dois tipos de ramificação, metabolismo fotossintético C3, com elevada taxa de fotorrespiração e crescimento indeterminado, além de ser resistente a saís e à seca, de modo geral (BELTRÃO, 2006).

Com relação às estruturas reprodutivas, a duração da sequência fenológica é dependente do genótipo, passível de ser representada pelos seguintes eventos: botão floral, flor, maçã e capulho. Nas condições do Nordeste brasileiro, a formação dos botões florais se inicia em torno de 30 dias após a emergência, nas cultivares precoces. Com o crescimento dos botões, abrem-se flores, após 15 dias, aproximadamente. Elas são completas, pedunculadas, isoladas, envolvidas por três brácteas, hermafroditas, com cinco pétalas separadas e de cor creme a amarela e sépalas unidas. A floração poderá se estender até um período próximo à abertura dos primeiros capulhos. As flores se abrem no início da manhã e a fecundação ocorre logo nas primeiras horas. Após a fecundação as pétalas mudam de cor, tornando-se rosadas no fim da tarde, evoluindo para senescência e abscisão, dias depois. A partir daí se inicia a formação da maçã (fruto

imaturu) que atinge a maturação e abertura aproximadamente aos 90 dias após a emergência, passando a ser chamada de capulho (VIDAL NETO e FREIRE, 2013).

3.1.1. O algodoeiro colorido

O algodão de fibra colorida é tão antigo quanto o de fibra branca. Arqueólogos relatam a existência do algodão colorido em escavações realizadas no Peru e no Paquistão, respectivamente há 2.500 e 2.700 a.C. Muitas espécies silvestres diploides possuem rudimentos de fibra colorida; outras, alotetraploides silvestres, também possuem fibra colorida em tons de verde e marrom, porém com qualidade pobre de fibra, tornando-as inadequadas para a indústria de fiação (EMBRAPA, 2011).

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

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

Segundo Beltrão e Souza (2001), o algodoeiro herbáceo é um dos fitossistemas mais complexos que a natureza criou, por sua elevada plasticidade fenotípica, ajustando-se aos mais diversos ambientes de clima e solo. É singular, de metabolismo

C3, com elevadíssima taxa de fotorrespiração e com vocação múltipla ao produzir fibra, óleo e proteínas em quantidades elevadas e rentáveis sendo, por isso, uma das dez culturas mais importantes do mundo.

3.1.2. Importância econômica

O principal produto do algodoeiro é a fibra que, com 94% de celulose em sua composição, representa 35% a 45% da produção total e corresponde à fibra natural mais consumida no mundo, abastecendo 50% do mercado mundial de fibras têxteis (SANTOS et al., 2008). O algodoeiro é uma planta de aproveitamento integral (fibra, semente, planta), sendo usada como matéria-prima na indústria têxtil, alimentícia, de ração animal, cosméticos, farmacêutica e celulose, entre outras, o que resulta em uma cadeia produtiva das mais longas e complexas, pois passa por inúmeras etapas, desde a produção primária até o consumidor final (VIDAL NETO e FREIRE, 2013).

A fibra do algodão possui várias aplicações na indústria, tais como, confecção de fios para algodão hidrófilo para a enfermagem, confecção de feltro, cobertores e estofamentos, entre outras (LIMA, 2007); a semente ou caroço constitui uma das principais matérias-primas para a indústria de óleo comestível, fornecendo inúmeros subprodutos, como resíduos da extração do óleo, torta e farelo, ricas fontes de proteína de boa qualidade e bastante utilizados no preparo de rações (EMBRAPA, 2003). O tegumento é usado para fabricar certos tipos de plásticos e de borracha sintética; já a fibrila, a fina penugem que fica agarrada à semente depois de extraída a fibra, é usada na indústria química de plásticos e explosivos (CARVALHO, 1996).

Nos processos de cotonicultura, fiação, tecelagem, tinturaria e acabamento, indústria de vestuário e distribuição varejista, o algodão em caroço que é produzido em propriedades rurais se transforma em algodão em pluma nas algodoeiras, em fio de algodão de várias especificações na fiação, em tecido cru na tecelagem, em tecido estampado na tinturaria e acabamento, em roupas e outros produtos na indústria de confecções; assim, são finalmente distribuídos pela estrutura varejista, especializada em confecções de vários tipos (BESEN et al., 1995).

3.2. Salinidade nas plantas

3.2.1. Aspectos gerais

A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, por reduzir o potencial osmótico, além de efeitos dos íons sobre o protoplasma (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010). A água é osmoticamente retida na solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais reduz sua energia potencial, tornando-a menos disponível para as plantas (RIBEIRO et al., 2001).

A absorção de água é prejudicada pelo excesso de sais solúveis que reduzem o potencial hídrico do solo. Esta redução no potencial hídrico associada aos efeitos tóxicos dos sais interfere inicialmente no processo de absorção de água pelas sementes, influenciando na germinação (Barroso et al., 2010).

Segundo Siqueira et al. (2005), a salinidade afeta as plantas de várias maneiras, sendo evidente que sintomas visuais de injúria ocorrem, sobretudo, sob salinidade extrema. Em geral, plantas afetadas por sais parecem normais, embora estejam atrofiadas e possam ter folhas de coloração verde-escuro que, em muitos casos, são espessas e mais suculentas. Além de provocar problemas na morfologia da planta, o excesso de sal limita a fotossíntese por causar o fechamento dos estômatos, afetando diretamente os cloroplastos. Há prejuízos, também, para a respiração, principalmente nas raízes, podendo diminuir ou aumentar (LARCHER, 2006)

Logo, a capacidade dos vegetais superiores de se desenvolverem, satisfatoriamente, em solos salinos depende de vários fatores inter-relacionados, destacando-se a constituição fisiológica da planta, seu estágio de desenvolvimento e hábitos radiculares (RHOADES et al., 1992; TAIZ e ZEIGER, 2009), de maneira que os critérios de avaliação da tolerância podem envolver mecanismos morfológicos (folhas mortas, redução em peso de matéria seca da parte aérea ou grãos) e mecanismos fisiológicos (KOZLOWSKI e PALLARDY, 2002).

As plantas tolerantes à salinidade devem ser capazes de ajustar o potencial osmótico das células, o que envolve tanto a absorção e a acumulação de íons como a síntese de solutos orgânicos (FLOWERS, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2009). A importância relativa de muitos mecanismos varia entre espécies de planta, entre cultivares da mesma espécie e, em alguns casos, entre partes da planta (FAGERIA e GHEYI, 1997; EPSTEIN e BLOOM, 2006). Segundo Yoshida (2002), em um mesmo genótipo, a tolerância pode, ainda, variar nas distintas fases do ciclo.

Possivelmente, o mecanismo mais importante para regular o potencial osmótico é a absorção seletiva de íons. Plantas tolerantes possuem capacidade de absorver nutrientes essenciais da solução salina em que a concentração de íons não essenciais (tóxicos) é muito maior que a de íons essenciais. Por exemplo, a concentração de Na^+ , em solução de solos salinos, é maior que a de K^+ ; entretanto, a relação Na:K, em plantas tolerantes ao estresse salino, vegetando em tais condições, é aproximadamente igual a um ou menos. Esta alta especificidade para absorção de K^+ está presente em várias espécies de plantas (FAGERIA e GHEYI, 1997; FLOWERS e FLOWERS, 2005).

Em diversas pesquisas tem-se observado que as culturas respondem diferentemente à salinidade; algumas produzem rendimentos economicamente aceitáveis sob altos níveis de salinidade, enquanto outras são sensíveis a níveis relativamente baixos (RUBIO et al., 2009; AL-KARAKI et al., 2006). A fisiologia da tolerância das plantas ao estresse salino tem sido estudada em muitos trabalhos, investigando-se os mecanismos de adaptação das espécies à salinidade (MUNNS e JAMES, 2003). Logo, a variabilidade genética é de inquestionável utilidade, por permitir a seleção de genótipos mais tolerantes e produtivos, sob estresse salino (FLOWERS e FLOWERS, 2005).

3.2.2. Salinidade em algodoeiro

A cultura do algodão pode ser expressa como uma alternativa de exploração agrícola, pela menor exigência em água, quando comparada com outros cultivos, por ocupar o terreno por pouco tempo e por sua tolerância à salinidade, permitindo a utilização de áreas afetadas por sais e o aproveitamento das águas de qualidade inferior (JÁCOME et al., 2003).

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

Jácome et al. (2003a) verificaram que em condições salinas, genótipos de algodão sofreram distúrbios metabólicos que limitaram o gradiente de potencial das raízes. De acordo com Fernandes (2005), esta limitação não é suficiente para a absorção da água e de nutrientes do solo, diminuindo a produção de capulhos e a área foliar.

Sousa Júnior et al. (2008) comprovaram os efeitos negativos da salinidade sobre o crescimento inicial do algodoeiro colorido variedade BRS Verde, observando que o estresse salino reduziu o número de folhas, o diâmetro do caule e a altura da planta, sendo a parte aérea e a área foliar as variáveis mais afetadas. Lima (2007) observou, estudando o comportamento das variedades BRS Rubi e BRS Safira, decréscimo do índice de velocidade de germinação com o aumento da concentração salina. Registros similares foram feitos por Pereira (2012), ao estudar dez genótipos de algodoeiro sob estresse salino, verificando efeitos deletérios sobre o crescimento inicial e nos parâmetros fisiológicos de trocas gasosas e de emissão da fluorescência da clorofila *a*, de maneira diferenciada entre as cultivares.

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

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

Percebe-se, portanto, ser prejudicial o uso de águas salinas na cultura do algodão, em todo o seu ciclo fisiológico, variando entre genótipos e em função das condições de cultivo, sem informações sobre os efeitos do estresse salino num segundo ciclo produtivo, após poda, fato que contribuiu para a realização desta pesquisa.

3.3. Poda

Entre as práticas culturais utilizadas para o cultivo do algodoeiro citam-se: a manipulação da densidade de plantas, a época de plantio, a adoção de variedades precoces, a retirada de plantas invasoras e a rotação de culturas, favorecendo o manejo correto de pragas (GALLO et al., 2002; SILVIE et al., 2006; ALMEIDA et al., 2008). Soares et al. (1994), Soares e Busoli (1996) e Soares (1999) avaliaram várias práticas

culturais e, dentre elas, a poda, a capação do meristema apical, a aplicação de fitormônios e a rotação de culturas como métodos/táticas de regulação de população de insetos, associados ao algodoeiro herbáceo.

Quando realizada após a formação das maçãs que irão formar capulhos, a poda apical reduz o ramo monopodial e os ramos simpodiais o que pode diminuir a população de insetos-praga na lavoura e melhorar a produção. A retirada de estruturas jovens da planta pode reduzir a atratividade e suprimir os sítios de oviposição e de desenvolvimento de insetos (DEGUINE et al., 2000; SUNDARAMURTHY, 2002). Esta prática também pode afetar o crescimento e o desenvolvimento da planta (OBASI e MSAAKPA, 2005) e modificar a distribuição dos assimilados, em benefício das maçãs mais antigas (KIM e OOSTERHUIS, 1998), além de sincronizar a abertura de capulhos (BEDNARZ e ROBERTS, 2001), com reflexos sobre a quantidade e a qualidade das fibras produzidas (DENG et al., 1991; BROWN et al., 2001).

Ao estudar a poda em algodoeiro mocó, Watts et. al (1970) relataram a existência de três tipos de poda: a de formação (seccionamento das extremidades dos ramos vegetativos e/ou da haste principal), limpeza (operação de ordem sanitária, para eliminação de ramos atacados por pragas e insetos) e de regeneração.

A poda de regeneração ou de recepagem é uma operação efetuada após a maturação dos capulhos e colheita do algodão (WATTS et al., 1970), permitindo o crescimento de brotações num próximo ciclo de produção da cultura. Soares et al. (2007), constataram, trabalhando com a viabilidade da poda em algodoeiro no Vale do Yuyu-Bahia, maior emissão de ramos vegetativos e, conseqüentemente, maior número de ramos frutíferos, quando as plantas eram podadas, com efeitos benéficos sobre a produção.

Em alguns países produtores de algodão, as plantas são podadas após a colheita, no período de repouso fisiológico, preparando-as para um segundo ciclo de produção. Dependendo das condições climáticas e das práticas de manejo da cultura no primeiro ciclo e da pluviosidade do segundo ano, há registros na literatura algodoeira de ser mais precoce e menor o custo de produção no novo ciclo, pois várias operações deixam de ser realizadas, destacando-se, dentre elas, o preparo de solo, uma limpa a menos, economia de sementes (BELTRÃO et al., 1997).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da pesquisa

O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação – Apêndice 8.1) do Centro de Ciências Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 07°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. O clima da região é do tipo Csa, descrito como clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno, conforme a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (COELHO e SONCIN, 1982).

O experimento foi conduzido no período de março a setembro de 2013, utilizando-se de plantas oriundas de um primeiro ciclo de produção, em que passaram pela sequência de tratamentos, com descrição a seguir.

Primeiro ciclo

No primeiro ciclo o trabalho se iniciou com a semeadura em 26 de outubro de 2012, estendendo-se até fevereiro de 2013.

Foram três genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos (G1 – BRS Rubi; G2 – BRS Topázio; G3 – BRS Safira), combinados a sete manejos de irrigação com água salinizada (Quadro 1), em função de estádios de desenvolvimento, resultando em 21 tratamentos (3 x 7), com três repetições e três plantas por parcela, no delineamento em blocos casualizados. Os estádios de desenvolvimento foram: Vegetativo (A) - período compreendido entre o surgimento da primeira folha definitiva e o início da emissão do 1º botão floral; Floração (B) - iniciando-se com a emissão do 1º botão floral, até a abertura da terceira flor; Frutificação (C) - compreendendo o período de formação da produção, até a abertura do primeiro capulho.

Ao final do primeiro ciclo foi suspensa a irrigação em janeiro de 2013 (113 dias após semeadura), preparando as plantas para a colheita de algodão em rama (capulhos), ocorrida no período entre fevereiro e março de 2013.

Quadro 1. Combinações envolvendo fases fenológicas do algodoeiro em que as plantas foram irrigadas variando a salinidade da água, no primeiro ciclo de produção.

Combinação	Vegetativa	Floração	Frutificação
1	A1	B1	C1
2	A2	B1	C1
3	A1	B2	C1
4	A1	B1	C2
5	A2	B1	C2
6	A2	B2	C1
7	A1	B2	C2

A1, B1, C1: sem salinidade; A2, B2, C2: com salinidade

Fonte: Soares (2014)

4.2. Fatores em estudo e tratamentos

Compondo os procedimentos para o segundo ciclo, a poda dos algodoeiros foi realizada em 06 de março de 2013. Desta data até 10 de abril de 2013 (34 DAP), voltou-se a irrigar as plantas com água de baixa concentração de sais, isto é, com CE de $0,8 \text{ dSm}^{-1}$.

Neste experimento foram avaliados os mesmos três genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos do ciclo anterior (G1 – BRS Rubi; G2 – BRS Topázio; G3 – BRS Safira), irrigados com dois níveis de condutividade elétrica da água: a proveniente do sistema local de abastecimento público, com baixa salinidade ($\text{CEa} = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$) e água com alta salinidade ($\text{CEa} = 8,0 \text{ dS m}^{-1}$). O uso dos dois níveis de CEa se baseou nos tratamentos do experimento anterior (Quadro 1), isto é, na seleção das plantas para compor o experimento do segundo ciclo levou-se em consideração a qualidade da água aplicada às plantas na fase de formação de produção (frutificação). Os algodoeiros que no primeiro ciclo receberam água de baixa salinidade ($\text{CEa} = 0,8 \text{ dS m}^{-1}$) na fase de frutificação (combinações 1, 2, 3 e 6), continuaram a ser irrigados com a mesma fonte de água durante todo o segundo ciclo; as plantas irrigadas com água de alta condutividade elétrica na fase de produção do primeiro ciclo (combinações 4, 5 e 7) também foram irrigadas com água de alto nível salino, em todos os estádios de desenvolvimento do segundo ciclo.

Combinados os fatores, no delineamento em blocos casualizados, resultaram em 6 tratamentos (3 genótipos x 2 níveis de CEa), com cinco repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 30 unidades experimentais (150 plantas), compondo o experimento do segundo ciclo de produção.

4.3. Recipientes e substrato

As plantas foram cultivadas em recipientes de plástico, com 20 litros de capacidade (35 cm de altura x 31 cm de diâmetro superior x 20 cm de diâmetro inferior), de modo similar ao ocorrido no primeiro experimento. Na base do vaso foi conectada uma mangueira transparente de 10 mm de diâmetro, para coleta do volume drenado em garrafas PET de capacidade volumétrica de 2,0 L. A extremidade da mangueira conectada ao vaso para a coleta da água de drenagem foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar sua obstrução pelo material de solo.

Os vasos foram preenchidos com uma camada de 300 g de brita na base, completados, em seguida, com o substrato, composto de 0,5 kg de matéria orgânica, incorporada a 24,5 kg de material do solo. Os dados da análise química do solo após o final do primeiro e segundo ciclo de cultivo, em amostras correspondentes aos respectivos tratamentos de ambos os experimentos estão no Apêndice 8.3 e 8.4.

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

4.4. Poda

A poda de regeneração, objetivando originar rebrotação para o segundo ciclo de produção, foi realizada após a colheita dos capulhos, ao final do primeiro ciclo (WATTS, 1970), na altura de 20 cm, aproximadamente, padronizado à presença de três de gemas (Apêndice 8.1). Após a brotação das gemas realizou-se desbaste 20 dias após a poda, deixando-se crescer apenas três ramos por planta, eliminando-se as brotações duplas.

4.5. Genótipos de algodoeiro

4.5.1. Brazil Seeds Rubi (BRS Rubi)

Genótipo obtido por cruzamento entre um material introduzido dos Estados Unidos da América, com coloração da fibra marrom escura, e a cultivar CNPA 7H de fibra branca de boa qualidade e ampla adaptação à região Nordeste. Após vários ciclos oriundos desse cruzamento foram selecionadas algumas linhagens com fibra marrom escura que participaram de ensaios comparativos de rendimento em vários locais da região Nordeste, durante dois anos. Nestes ensaios, destacou-se a linhagem CNPA 01-

22, por sua intensa coloração marrom telha e boa produtividade, registrada como cultivar BRS Rubi (LIMA, 2007).

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

4.5.2. BRS Topázio

A ‘BRS Topázio’ é uma cultivar de algodão herbáceo, de fibra marrom-claro, com altura média de 116 cm, derivada do cruzamento entre as cultivares Suregrow 31 e Delta Opal. Destaca-se pela alta porcentagem de fibra (43,5%), alta uniformidade (85,2%) e alta resistência de fibra (31,9 gf/tex) (VIDAL NETO et al., 2010; EMBRAPA, 2011), portanto, excelentes características, comparável às cultivares de fibras brancas e superior às demais cultivares de fibras coloridas. A produtividade média alcançada pela ‘BRS Topázio’, em cultivo irrigado, foi de 2.825 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2011).

4.5.3. BRS Safira

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

produzir, na região Nordeste, até 3.000 kg ha⁻¹, caso as precipitações sejam normais e bem distribuídas (LIMA, 2007; EMBRAPA, 2011).

4.6. Preparação da água salinizada

A água salinizada foi preparada de modo a se ter uma proporção equivalente a 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, relação esta predominante em fontes de água utilizada em irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1996; AUDRY e SUASSUNA, 1995).

No preparo da água de irrigação, foram utilizados os sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, tendo, como base, a água de abastecimento, existente no local, considerando-se a relação entre CE_a e concentração de sais (10*meq L⁻¹ = 1 dS m⁻¹ de CE_a), extraída de Rhoades et al. (1992). Após a preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 90 L, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade. Para o preparo da água com o maior nível de condutividade elétrica (CE = 8,0 dSm⁻¹), os sais foram pesados adicionando-se água e se conferindo os valores com um condutivímetro portátil, com controle de temperatura a 25 °C.

4.7. Manejo da Irrigação

A umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo, com irrigações diárias, estimando-se o consumo hídrico das plantas (*CH*) pelo método de lisimetria de drenagem (em vasos previamente marcados para tal fim), considerando-se a diferença entre o volume de água aplicado (*V_a*) e o volume de água drenado (*V_d*), observado no dia seguinte à irrigação, conforme a equação 1, existindo, ainda, uma divisão pela fração de lixiviação (*FL*) de aproximadamente 20% (1-0,20), a fim de propiciar a manutenção de parte dos sais acumulados na zona radicular, provenientes da água de irrigação. A fração de lixiviação (*FL*) foi aplicada quinzenalmente.

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

Antes de se iniciar o tratamento com maior nível salino (8,0 dSm⁻¹), as irrigações foram realizadas com água do sistema de abastecimento local, no período que compreendeu a realização da poda, até 34 dias após a poda, a fim de lixiviar o excesso de sais presente no material de solo.

4.8. Tratos culturais complementares

O manejo fitossanitário foi feito com uso de inseticidas do grupo químico Neonicotinoide (pó solúvel) e fungicida do grupo químico Dicarboximida (pó solúvel), conforme a necessidade. Foram realizados, ainda, ao longo do experimento, outros tratamentos culturais, como controle das plantas invasoras, escarificação na superfície do material de solo, contido nos vasos, antes das irrigações e tutoramento das plantas na época de plena produção, objetivando-se evitar o acamamento dos ramos pelo peso de frutos.

4.9. Variáveis analisadas

As variáveis de crescimento e os parâmetros fisiológicos foram avaliados em três épocas distintas de desenvolvimento da planta: aos 60 dias após poda – fase de crescimento e intensa floração; 75 DAP – início de frutificação e 90 DAP – plena formação da produção.

Quanto aos componentes de produção, a coleta dos capulhos foi realizada desde a fase de plena formação de produção (90 DAP) até o final do ciclo (180 DAP).

4.9.1. Variáveis de crescimento

a) Número de folhas

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

b) Área Foliar

A área foliar foi mensurada conforme metodologia proposta por Grimes e Carter (1969), medindo-se o comprimento da nervura principal da folha e se obtendo o valor da área foliar através da equação 2, considerando-se, na medição, as folhas completamente expandidas.

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

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

De posse dos dados de número de folhas e área foliar, obtiveram-se as taxas de crescimento relativo para se estimar o crescimento em função da matéria pré-existente, obtida pela equação (Equação 3), contida em Benincasa (2003):

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \quad \text{e} \quad (\text{und und}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \quad (\text{Equação 3})$$

Em que, A_2 = área foliar ou número de folhas obtidos no final do período de estudo; A_1 = área foliar ou número de folhas obtidos no início do período de estudo; $t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as amostragens; \ln : Logarítimo neperiano.

4.9.2. Parâmetros fisiológicos

Foram determinadas: Taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) numa folha mediana do ramo, completamente expandida, próximo a um botão floral ou fruto. De posse desses dados, foram estimadas a eficiência instantânea no uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea de carboxilação Φ_c (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] (SCHOLES e HORTON, 1993; NEVES et al., 2002; KONRAD et al., 2005; RIBEIRO, 2006); estes parâmetros foram avaliados com determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infra-vermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK), sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos ajustada para $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Nas mesmas folhas em que foram realizadas as análises de trocas gasosas também foram colocadas pinças foliares e, após o período de 30 minutos de adaptação ao escuro (KONRAD et al., 2005), com uso de um fluorômetro portátil (PEA - Plant Efficiency Analyser, da Hansatech Instruments, Norfolk, UK) foram determinados: fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável ($F_m - F_o$) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) (MAXWELL e JOHNSON, 2000), obtendo-se, ainda, as relações F_v/F_o e F_o/F_m (ZANANDREA et al., 2006; BAKER, 2008).

Tanto os parâmetros de fluorescência quanto os de trocas gasosas foram medidos entre 8 e 10 horas da manhã.

4.9.3. Fitomassa

Para avaliação da fitomassa seca, ao final da fase experimental (180 DAP), o caule e as folhas foram separados e acondicionados em sacos de papel, devidamente identificados e posteriormente levados à estufa de secagem, onde permaneceram por 72 horas na temperatura de 65 °C, sendo este material pesado posteriormente em balança de precisão de 0,0001 g, para obtenção da massa seca do caule (FSC) e das folhas (FSF), cujo somatório resultou na fitomassa da parte aérea.

Salienta-se que, para a contabilização da fitomassa seca das folhas considerou-se aquelas presentes nas plantas, ao final do ciclo, descartando as folhas que sofreram senescência natural ao longo do cultivo, em virtude da impossibilidade de sua coleta e distinção dos tratamentos.

4.9.4. Componentes de produção

Foram quantificados o número médio de capulhos por planta (und), o peso de 1 capulho (grama), a massa do algodão em caroço (gramas por planta) e a massa do algodão em pluma (gramas por planta), ao final do segundo ciclo. Os capulhos foram colhidos separadamente em cada parcela, à medida que ocorria a deiscência dos frutos.

A classificação dos genótipos quanto à tolerância à salinidade foi realizada, em cada nível de salinidade testado, pelo critério do rendimento relativo com base na redução relativa dos componentes de produção - a massa do algodão em caroço (gramas por planta) e a massa do algodão em pluma (gramas por planta) obtidas no nível de salinidade de 8,0 dS m⁻¹ em relação à produção obtida com água de 0,8 dS m⁻¹. Para tanto, adotaram-se as seguintes faixas de redução relativa da produção: < 20% - Tolerante; de 21 a 40% - Moderadamente Tolerante; de 41 a 60% - Moderadamente Sensível e maior que 60% - Sensível (FAGERIA e GHEYI, 1997).

4.10. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F'. Os genótipos foram comparados pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011), enquanto que para os níveis de condutividade elétrica da água, apenas o teste 'F' foi conclusivo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fenologia – florescimento e frutificação

Informações sobre a fenologia do algodoeiro colorido, nos estudos realizados no primeiro e no segundo ciclo, se encontram no Quadro 2. Foi possível se registrar o início da fase vegetativa apenas no primeiro ciclo de cultivo, aos 16 DAS; no ciclo posterior, após realização da poda, as brotações e os ramos nasceram frutíferos, não se repetindo a fase vegetativa inicial.

No primeiro ciclo, o florescimento se iniciou aos 37 dias após semeio, quando ocorreu a antese da 1ª flor. Com a abertura da 1ª maçã, aos 59 DAS, teve início a formação de produção (SOARES, 2014). No segundo ciclo, aos 60 dias após a poda (DAP), as plantas estavam em intensa atividade floral, vindo a iniciar a fase de formação de produção somente aos 75 DAP e com plena produção, aos 90 DAP, isto é, no primeiro ciclo a produção se iniciou mais cedo decorrente, talvez, do uso de água salinizada desde 16 DAS, podendo ter ocasionado abertura de capulhos ainda mais precocemente, visto que neste segundo experimento (2º ciclo), a aplicação de água salinizada veio ocorrer só aos 30 DAP.

Em geral, a prática de poda tende a acelerar o desenvolvimento da planta ou anteceder alguma fase fenológica das plantas, reduzindo um novo ciclo produtivo. Neste trabalho devido, possivelmente, ao estresse salino aplicado desde o início do primeiro ciclo, a fase de florescimento, no ciclo seguinte, se estendeu e atrasou o início de formação da produção, o que resultou na extensão do período de cultivo das plantas.

Quadro 2. Fenologia do algodoeiro relativo ao primeiro e segundo ciclo de cultivo.

Fenologia	Primeiro Ciclo*	Segundo Ciclo
Vegetativa	A partir dos 16 DAS	-
Floração/ Intenso florescimento	A partir dos 37 DAS	Até aos 60 DAP
Início da formação de produção	59 DAS	75 DAP
Plena formação de produção	De 60 DAS até o final do ciclo, aos 113 DAS	A partir dos 90 DAP até o final do ciclo, aos 180 DAP

*Fonte: Soares (2014)

DAS = dias após semeadura e DAP = dias após poda

5.2. Variáveis de crescimento

Constatou-se efeito significativo ($p < 0,01$), para número de folhas e área foliar, relativo às fontes de variação – Genótipos (G), Níveis de condutividade elétrica da água (NCEa) e Épocas (E) (Tabela 1).

Tanto para a variável NF, quanto para a AF, constatou-se diferença entre genótipos dentro do fator NCEa – baixa e alta condutividade elétrica da água, ao se analisar a interação G x ES ($p < 0,01$), uma vez que, plantas de uma mesma espécie podem variar entre genótipos e, ainda, em um mesmo genótipo, o nível de tolerância pode variar nas distintas fases de crescimento (YOSHIDA, 2002). Outra interação com significância estatística foi observada entre a fonte Estresse Salino e Épocas ($p < 0,01$), o que pode estar relacionado ao modo como o nível de salinização da água afeta as diferentes fases de desenvolvimento da cultura, embora de maneira diferente de uma condição de pós-semeadura.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF) e área foliar (AF) em função de genótipos de algodoeiro colorido, níveis de condutividade elétrica da água e diferentes épocas de avaliação após poda.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		NF	AF
Genótipos (G)	2	263,122**	10776447,522**
Níveis de CEa (NCEa)	1	21214,213**	130982740,399**
Épocas (E)	2	4138,394**	26059905,926**
G x NCEa	2	374,775**	4202891,791**
G x E	4	3,029 ^{ns}	66837,127 ^{ns}
NCEa x E	2	1403,066**	14974493,641**
G x NCEa x E	4	7,078 ^{ns}	42372,330 ^{ns}
Bloco	4	10,982 ^{ns}	3264917,381**
Erro	68	17,771	330867,287
CV (%)		7,15	15,82
Média Geral		58,994	3635,1933

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste 'F'; GL = grau de liberdade e CV = coeficiente de variação

5.2.1. Número de folhas

Na Tabela 2 estão as médias resultantes do desdobramento da interação G x ES, com maior média de NF nas plantas irrigadas com água de abastecimento, com baixa concentração de sais, em relação ao tratamento com água mais salina. Em condições de baixa salinidade, o genótipo BRS Topázio (G2) emite, portanto, maior número de folhas que os demais. Comparativamente ao tratamento com alta CEa, constataram-se aumentos de 32%, 44,8% e 49,2% na emissão foliar, quando as plantas dos genótipos G1, G2 e G3 foram irrigadas com água de menor nível salino, respectivamente. Jácome et al. (2003), estudando o crescimento de genótipos de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação, verificaram, também, variação do número de folhas entre variedades e efeitos significativos da interação envolvendo genótipos e níveis de sais.

Tabela 2. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre genótipos e níveis da condutividade elétrica da água para o número de folhas por planta (NF) dos algodoeiros naturalmente coloridos.

Genótipos	Níveis de CEa	
	0,8 dSm ⁻¹ (B.S.)	8,0 dSm ⁻¹ (A.S.)
BRS Rubi (G1)	70,573 bA	47,958 aB
BRS Topázio (G2)	79,656 aA	43,967 bB
BRS Safira (G3)	72,813 bA	37,000 cB

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha são indicativos de não haver diferença significativa entre genótipos nem entre os níveis da CEa, respectivamente; B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com 0,8 dS m⁻¹ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com 8,0 dS m⁻¹

No primeiro ciclo desta pesquisa, as plantas de algodoeiro, aos 37 DAS, foram irrigadas com água salinizada, coincidindo com o início de florescimento, ocorrendo redução no número de folhas, comparado ao tratamento com baixo nível salino, sendo, entretanto, menos acentuada na ‘BRS Rubi’, em torno de 2,11% (SOARES, 2014); tal situação é similar à verificada neste segundo ciclo (Tabela 2), pois, embora na condição de baixa salinização (0,8 dS m⁻¹), a ‘BRS Topázio’ tenha formado maior NF, estatisticamente significativa (cerca de 80 folhas), a menor disparidade entre as médias nos dois níveis de CEa (32%) foi observada no genótipo BRS Rubi; as reduções foram maiores em G2 (44,80%) e em G3 (49,18%) no número de folhas, podendo classificar a

‘BRS Rubi’ como tolerante ao estresse salino, ao contrário da ‘BRS Safira’, ser mais sensível ao nível salino imposto.

Ferreira et al. (2001), em revisão, descrevem que o NaCl provoca redução na absorção e no transporte de elementos minerais. O desequilíbrio nutricional, componente crucial do estresse salino, é decorrente da alta concentração de Na⁺ no solo que reduz a disponibilidade de K⁺, Ca²⁺ e de Mg²⁺ ou quando o próprio Na⁺ desloca o Ca²⁺ ligado às membranas, alterando sua integridade estrutural e funcional. Além disso, o aumento na concentração de Na⁺ interfere na estrutura e na função de algumas enzimas ou na função do K⁺, reduzindo sua absorção (TAIZ e ZEIGER, 2009; EPSTEIN e BLOOM, 2006). A concentração que determina esta redução varia entre as espécies e entre variedades, estando associada a diferentes graus de tolerância (DANIEL et al., 2011).

As médias do desdobramento da interação NCEa x E estão na Tabela 3, percebendo-se redução no número de folhas com a aplicação de água com maior CE, nas três épocas de avaliação. Repetiu-se a superioridade em número médio de folhas, ao longo das épocas, nas plantas cultivadas com baixa salinização. Tal fato é confirmado em diversos trabalhos com algodoeiros, com registro de menor produção de folhas em plantas irrigadas com níveis superiores de sais. Siqueira et al. (2005) e Sousa Júnior et al. (2005, estudando os efeitos de níveis de salinidade da água de irrigação em algodoeiro, observaram decréscimo no número de folhas em taxas de 6,79% e 5,85% para cada aumento unitário na condutividade elétrica da água de irrigação, respectivamente. Nunes Filho (1993) e Jácome et al. (2003) também relatam a redução na emissão de folhas, em função do aumento da salinidade do solo e da água de irrigação.

Medeiros (1996) verificou que a redução no número de folhas do algodoeiro, provocada pela salinidade, se reflete em queda de área foliar, densidade estomática, suculência da folha, eficiência fotossintética, produção de proteínas, enzimas e de aminoácidos, bem como, em desequilíbrio na absorção de água e de nutrientes.

Percebe-se, na Tabela 3 um aumento do NF no decorrer das épocas, tanto para as plantas sob baixo nível salino, quanto sob alta salinização, chegando a 87,6 e 47,9 folhas, respectivamente, aos 90 DAP; aos 60 DAP as médias de NF eram 53,1 e 38,2 folhas, respectivamente, considerando-se estarem as plantas na metade do ciclo e, ainda,

continuavam crescendo. Aos 75 DAP, o número médio de folhas das plantas submetidas ao nível de 8,0 dS m⁻¹ (alta salinidade) não diferiu, estatisticamente, do valor alcançado aos 90 DAP, com acréscimo de, apenas, 2,9 folhas de uma época para outra. Esta redução na emissão de folhas é, também, constatada em termos de taxa de crescimento relativo (Tabela 4), em que a TCR no período de 75 aos 90 DAP foi de 0,004428 und und⁻¹ dia⁻¹, em comparação com a média da TCR anterior de 0,010843 und und⁻¹ dia⁻¹ (60 aos 75 DAP).

No primeiro ciclo do algodoeiro, conforme Soares (2014), com a abertura da 1ª maçã, as plantas estressadas emitiram 12,85 folhas e as não estressadas, pertencentes ao manejo A1B1C1 (sem aplicação de estresse salino nas fases fenológicas) emitiram 23,81, com redução de 46,03% no NF das plantas, em condições de alta salinidade. Relacionando estes dados com os obtidos no segundo ciclo de cultivo, percebe-se que a época de abertura da 1ª maçã se deu aos 75 DAP (Quadro 2 e Apêndice 8.2), época em que as plantas sob alta salinização produziram 44,91 folhas e sob baixa condutividade elétrica da água, emitiram 82,30 folhas, com decréscimo de 45,43% no NF das plantas irrigadas com água de alta condutividade elétrica.

Tabela 3. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre níveis da condutividade elétrica da água e épocas para o número de folhas por planta (NF) dos algodoeiros naturalmente coloridos.

Níveis de CEa	Épocas		
	60 DAP	75 DAP	90 DAP
0,8 dSm ⁻¹ (B.S.)	53,129 aC	82,304 aB	87,609 aA
8,0 dSm ⁻¹ (A.S.)	38,158 bB	44,909 bA	47,858 bA

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha são indicativos de não haver diferença significativa entre o estresse salino nem entre as épocas, respectivamente; B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com 0,8 dSm⁻¹ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com 8,0 dSm⁻¹; DAP: dias após poda

A emissão de folhas (Figura 1), ao longo do segundo ciclo de cultivo do algodoeiro colorido, tem tendência a ser sigmoide no tratamento sob baixa salinidade (Fig. 1A) – período de 45 a 105 DAP. Nos três genótipos tendeu a ser linear o crescimento até 75 DAP, reduzindo a emissão de folhas no período de 75 a 90 DAP, fato também constatado na taxa de crescimento relativo (Tabela 4 - TCRNF de 0,004131 und und⁻¹ dia⁻¹). De 90 a 105 DAP, houve diminuição na emissão foliar nos três genótipos estudados, o que é natural, por estarem as plantas no final do ciclo produtivo.

Nas plantas sob maior nível salino ($8,0 \text{ dS m}^{-1}$), a emissão foliar foi diferente (Figura 1B), sem a tendência sigmoideal, observada na CEa de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$. Em geral, os três genótipos continuaram a emitir folhas, até o final do ciclo, embora em menor taxa de crescimento, em relação às plantas irrigadas com baixo nível salino. Aos 75 DAP, época em que antecedeu uma taxa maior de emissão foliar no tratamento B.S., os genótipos emitiram de 78,64 a 87,83 folhas, com menores valores sob estresse, em que a variação foi de 39,70 a 49,46 folhas (Figura 1A e 1B, respectivamente). Nesse período do ciclo, foi de 48,12% a redução registrada no genótipo ‘BRS Topázio’, irrigado com água de CE $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, já que no tratamento com baixo nível salino (B.S) as plantas emitiram 87,83 folhas e com alta salinidade, 45,57 folhas. Neste genótipo, foram constatadas as maiores reduções em número médio de folhas, ao longo de todas as épocas avaliadas; o valor máximo de emissão foliar, registrado no tratamento com baixo nível salino, foi inferior aos valores alcançados sob alta salinidade: 0,90, 18,40, 42,27, 46,40 e 41,00 folhas a menos, respectivamente, aos 45, 60, 75, 90 e 105 DAP. Portanto, em emissão foliar constata-se maior sensibilidade à salinidade do ‘BRS Topázio’, em relação aos outros genótipos.

No tratamento com água de baixa salinidade (Figura 1), as menores médias de NF foram registradas no ‘BRS Rubi’. No entanto, sob alta salinidade, este genótipo se destacou na produção de folhas, um indicativo de ser menos afetado pela irrigação com água de alta condutividade elétrica, já que seu decréscimo de emissão foliar foi de 8,7, 29,2, 30,0 e 28,8 folhas, comparativamente ao BRS Topázio (G2) e ao genótipo G3 (‘BRS Safira’) cujos valores de redução no número de folhas foram 17,8 40,7, 42,9 e 33,7, para 60, 75, 90 e 105 DAP, respectivamente.

Vale et al. (2005), ao estudarem o efeito da salinidade na cultura do algodoeiro herbáceo, observaram ser o crescimento afetado quando as plantas estão em solos com concentração salina alta. Segundo Martinez e Lauchli (1994), o efeito mais comum da salinidade sobre as plantas é, em geral, na limitação do crescimento devido ao aumento da pressão osmótica do meio e à consequente redução da disponibilidade de água a ser consumida, afetando a divisão e o alongamento das células.

Notou-se, também, aos 45 DAP, isto é, 15 dias após o início dos tratamentos com água salina, terem sido similares os valores de número de folhas, entre os genótipos, em ambos os níveis de CEa (B.S. e A.S.) devido, provavelmente, ao pouco tempo de exposição à salinidade da água (Figura 1).

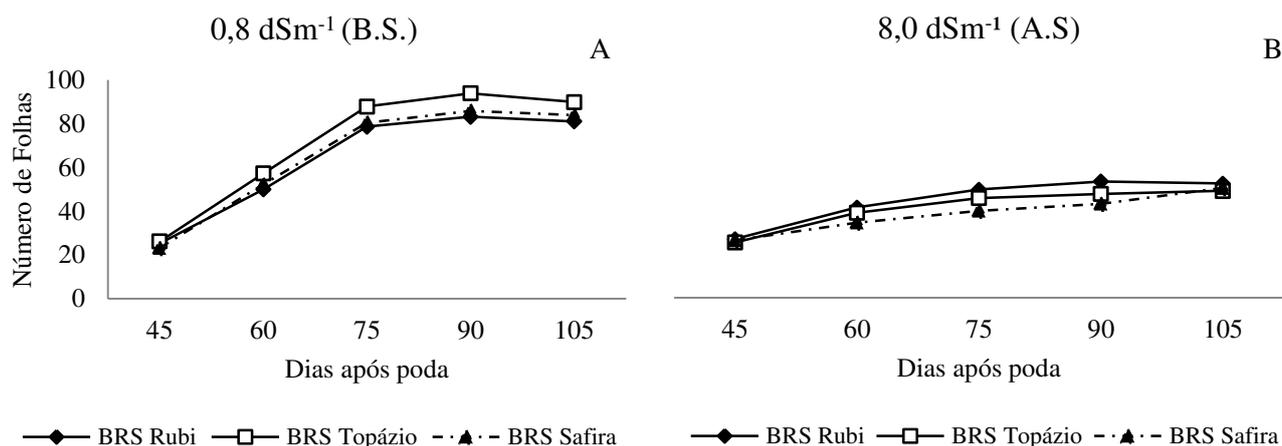


Figura 1. Número de folhas (NF) em função do tempo, após a poda, relativo aos genótipos de algodoeiro colorido com baixa nível salinidade – 0,8 dSm⁻¹ (A) e com alta salinidade - 8,0 dSm⁻¹ (B).

Comparando-se o número de folhas por planta, aos 105 DAP, com os valores produzidos ao final do primeiro ciclo (113 DAS), percebe-se uma superioridade visto que, no segundo ciclo, foi registrada uma variação de 81,0 a 89,9 folhas nas plantas irrigadas com baixa salinização (B.S.) e 48,8 a 52,2 folhas nas sob alto nível salino (A.S.); enquanto que no ciclo anterior, as plantas das combinações 1 (A1B1C1), 2 (A2B1C1) e 3 (A1B2C1) (Quadro 1), as quais foram utilizadas neste trabalho para o tratamento sob B.S., tinham no máximo 58,1 folhas e aquelas que receberam água com alto nível salino, principalmente, na fase de formação de produção do primeiro ciclo, e que continuaram a receber água de alta condutividade elétrica, no ciclo deste trabalho, emitiram 50,07 folhas por planta (valor máximo), dados contidos em Soares (2014).

A poda pode ter influenciado o aumento da quantidade de folhas, principalmente nas plantas não foram estressadas, já que sob alto nível da CEa, os números são similares, em ambos os ciclos, embora as plantas com alta salinidade do primeiro ciclo produtivo tenham sido irrigadas com 9,0 dS m⁻¹ e as do segundo ciclo com 8,0 dS m⁻¹.

Aumento na emissão de folhas observado neste trabalho é explicado por Soares et al. (2007), investigando a viabilidade da poda em algodoeiro no Vale do Yuyu-Bahia, ao constatarem incremento no número dos ramos vegetativos nas plantas podadas.

5.2.2. Taxa de crescimento relativo em número de folhas

Os dados referentes ao resumo da análise de variância da taxa de crescimento relativo do número de folhas (TCRNF) estão na Tabela 4, sendo significativo ($p < 0,01$) apenas o fator Níveis da CEa, no período de 60 aos 75 DAP e com base nas médias,

nota-se superioridade de 62,9% na taxa de emissão foliar, nas plantas irrigadas sob baixo nível salino, em relação ao tratamento com alta CEa.

O decréscimo na TCRNF, para o tratamento com baixa salinidade, também foi verificado de um período para outro: dos 60 aos 75 DAP, a TCR era de 0,029210 und und⁻¹ dia⁻¹ e dos 75 aos 90 DAP foi 0,004131 und und⁻¹ dia⁻¹, não diferindo daquelas irrigadas sob alta salinidade, neste último período avaliado (Tabela 4). A diminuição no crescimento ocorre em razão das plantas terem sido submetidas a um estresse, justamente no estágio fenológico em que estão no pico de suas atividades metabólicas (LARCHER, 2006).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento relativo do número de folhas (TCRNF) em genótipos de algodoeiro colorido (G) com baixo e alto nível da condutividade elétrica da água (NCEa), dos 60 aos 75 e dos 75 aos 90 dias após poda.

Fator de Variação	GL	Quadrados Médios	
		TCRNF 60-75 DAP	TCRNF ¹ 75-90 DAP
Genótipos (G)	2	0,000012 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
Níveis da CEa (NCEa)	1	0,002530**	0,000000000324 ^{ns}
G X NCEa	(2)	0,000001 ^{ns}	0,000004 ^{ns}
Bloco	4	0,000004 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
Erro	20	0,000014	0,000005
CV (%)		18,27	0,33
Média Geral		0,0200263	0,0042793
Níveis da CEa		Médias	
0,8 dSm ⁻¹ (B.S.)		0,029210 a	0,004131 a
8,0 dSm ⁻¹ (A.S.)		0,010843 b	0,004428 a

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste 'F'; GL = grau de liberdade CV = coeficiente de variação; mesmas letras minúsculas na coluna indicam não haver diferença significativa entre níveis de CEa, B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com 0,8 dSm⁻¹ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com 8,0 dSm⁻¹; DAP: dias após poda; ¹variável com transformação em raiz de x + 0,5

5.2.3. Área foliar

Com base nos resultados obtidos pelo desdobramento da interação Genótipos X Níveis de CEa (Tabela 5), observa-se não haver diferença significativa entre os três genótipos estudados sob irrigação com baixa salinidade, ao contrário daqueles submetidos à irrigação com água de CE 8 dS m⁻¹, nos quais a área foliar foi reduzida em 30,35%, 60,57% e 60,19% relativamente a 'BRS Rubi', 'BRS Topázio' e 'BRS Safira', respectivamente. A explicação pode estar no fato de que a redução do número de folhas

e da área foliar, em função do aumento do nível salino da água de irrigação, é um processo fisiológico de adaptação das plantas, uma forma de se proteger contra a perda de água, reduzindo sua superfície transpirante (TESTER e DAVENPORT, 2003; TAIZ e ZEIGER, 2009), o que poderia forçar os algodoeiros a absorver mais sais, junto à água necessária para garantir a turgescência dos tecidos.

Jácome et. al (2003) notaram que, a partir de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$, o efeito da salinidade sobre a área foliar em genótipos de algodoeiro foi drástico, não havendo diferença significativa entre eles.

Tabela 5. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre genótipos e níveis de condutividade elétrica da água para a área foliar (AF) das plantas de algodoeiros naturalmente coloridos.

Genótipos	Níveis de CEa	
	0,8 dS m ⁻¹ (B.S.)	8,0 dS m ⁻¹ (A.S.)
BRS Rubi (G1)	5101,348 aA	3552,963 aB
BRS Topázio (G2)	4703,363 aA	1854,469 bB
BRS Safira (G3)	4720,021 aA	1878,994 bB

Mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são indicativos de não haver diferença significativa entre genótipos nem entre níveis de condutividade elétrica da água, respectivamente; B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com $8,0 \text{ dSm}^{-1}$.

Independente do tratamento imposto, a ‘BRS Rubi’ formou maior área foliar ($5101,348 \text{ cm}^2$ - em B.S. e $3552,963 \text{ cm}^2$ - em A.S.), superando os demais genótipos em mais de 7,5%, sob o tratamento com baixa salinidade e superando ‘BRS Topázio’ em 47,81% (G2) e ‘BRS Safira’ em 52,89% (G3), sob alto nível salino (A.S.), salientando-se que ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ não diferiram entre si sob irrigação com alta condutividade elétrica. Portanto, considerando, também, a variável NF, é perceptível a maior tolerância da ‘BRS Rubi’ à salinidade. No primeiro ciclo de produção desta cultura, Soares (2014) também evidencia melhores resultados para essa cultivar, afirmando possuir maior potencial de crescimento e tolerância à salinidade.

Tais diferenças entre os genótipos, em relação aos níveis de salinidade aplicados denotam a importância de estudá-los e, assim, poder classificá-los quanto à sua tolerância ou sensibilidade. Tester e Davenport (2003) comentam que a capacidade de adaptação é bastante útil e permite a seleção de genótipos mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente viáveis, quando não se pode manter a salinidade

do solo em níveis baixos. De acordo com a Embrapa (2006), existem genótipos de algodão com características agrônômicas peculiares, tornando-as importantes para programas de melhoramento genético. Entre tais características peculiares podem estar as diferenças constatadas entre os genótipos, aqui estudados, a exemplo das médias de emissão e de área foliar superiores para a 'BRS Rubi', mesmo sob alto nível de CEa.

Maas e Nieman (1978) afirmam que as plantas, quando submetidas aos fatores de estresse salino e hídrico, desenvolvem adaptações morfológicas e anatômicas, como alternativas para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração; reduções na área foliar e diminuição do número de folhas são exemplos de possíveis adaptações das plantas, as quais foram comprovadas neste e em outros trabalhos (SIQUEIRA et al., 2005; JÁCOME et al., 2003). Estudando o algodoeiro colorido, BRS Verde, sob estresse salino, Sousa Junior et al. (2005) averiguaram que ao reduzir o número de folhas, o efeito se refletiu na área foliar que decresceu 7,43% por incremento unitário da CEa e para Siqueira (2003), esta redução foi de 8,83%, ao trabalhar com o algodoeiro colorido linhagem CNPA 2202/26.

Mediante o desdobramento da interação NCEa x E, exposto na Tabela 6, observam-se menores médias em AF, em todas as épocas avaliadas, para as plantas irrigadas sob maior nível salino, com decréscimos de 27,73%, 53,03% e 57,83% com relação ao tratamento de baixa salinidade ($0,8 \text{ dSm}^{-1}$), aos 60, 75 e 90 DAP, respectivamente. A justificativa para as maiores reduções terem ocorrido de 75 DAP em diante, é que neste período as plantas se encontravam no início da formação de produção e, logo depois, em produção plena; segundo Peres e Kerbaut (2004) e Taiz e Zeiger (2009), na época de floração, as plantas passam a utilizar os fotoassimilados para a formação de produção; nesta fase, as estruturas de produção passam a ser priorizadas pela fisiologia da planta, que paralisam o desenvolvimento de outros órgãos, entre eles, a expansão foliar. Outra justificativa passível é a associação da redução da AF aos efeitos osmóticos, decorrente do alto conteúdo de sais no solo.

Nota-se, ainda, que as plantas irrigadas com água de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ não diferiram entre si, em área foliar, nas épocas estudadas, mantendo uma variação de $2170,277 \text{ cm}^2$ a $2591,791 \text{ cm}^2$ desde 60 até 90 DAP (Tabela 6); ocorreu uma redução inicial, mantida no decorrer do ciclo, sendo confirmada pelos dados contidos na Tabela 7, em que, dos 60 aos 75 DAP, a taxa de crescimento relativo era de $0,009572 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e dos 75 aos 90, esta taxa decresceu ainda mais, na ordem de $0,001970 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Isto é, são

taxas pequenas, ao se comparar com o crescimento da folha no tratamento sob baixa CEa ($0,038667 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no período de 60 a 75 DAP e $0,008569 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ dos 75 aos 90DAP).

Aos 60 DAP, ou seja, com 30 dias após início das irrigações com água salinizada, as plantas do tratamento de baixa CEa já tinham área foliar superior em cerca de 800 cm^2 , comparativamente àquelas cultivadas sob alta salinidade da água de irrigação (Tabela 6). Sendo considerada uma característica importante para a realização da fotossíntese, uma vez que, tal processo necessita de energia luminosa que só é captada através do aparato foliar, fato reforçado por Silva et al. (2008), ao explicarem ser a fotossíntese dependente da área foliar e que o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo permanecer em atividade fotossintética.

Depreende-se, portanto, ser de suma importância a determinação da área foliar, por possibilitar a melhor observação dos efeitos dos tratamentos, ressaltando-se estarem as folhas diretamente relacionadas à interceptação luminosa e à fotossíntese (NERY, 2011). Pereira et al. (1997) afirmam, também, ser a área foliar a base para o aumento de rendimento de uma cultura, pela relação direta da fotossíntese com a interceptação da energia luminosa e sua transformação em energia química (FAVARIN et al., 2002).

Tabela 6. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre níveis de condutividade elétrica da água e épocas para a área foliar (AF) dos algodoeiros naturalmente coloridos.

Níveis de CEa	Épocas		
	60 DAP	75 DAP	90 DAP
0,8 dS m ⁻¹ (B.S.)	3003,048 aC	5374,559 aB	6147,127 aA
8,0 dS m ⁻¹ (A.S.)	2170,277 bA	2524,359 bA	2591,791 bA

Mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha são indicativos de não haver diferença significativa entre estresse salino nem entre as épocas, respectivamente; B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com $8,0 \text{ dSm}^{-1}$; DAP: dias após poda

Encontram-se, na Figura 2, as médias da área foliar em função do tempo no segundo ciclo da cultura, após a poda de regeneração. No período de 45 a 105 DAP, se destaca a maior área foliar da ‘BRS Rubi’, nas duas condições de irrigação; entretanto, foram maiores as diferenças no tratamento sob alto nível salino, em que a ‘BRS Rubi’ superou a ‘BRS Topázio’ em 40,77%, 46,72%, 48,06%, 48,43% e 47,29% e em

35,90%, 45,20%, 47,77%, 48,05% e 44,04% a ‘BRS Safira’, aos 45, 60, 75, 90 e 105 DAP, respectivamente. Pode-se deduzir que a ‘BRS Rubi’ é um bom material genético, em comparação aos outros dois, pois, tal como formou maior AF sob baixo nível salino ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$), permaneceu com as maiores médias, também, sob alta salinidade, seguindo a mesma tendência obtida na variável NF. Soares (2014) também evidencia superioridade da BRS Rubi, independente da estratégia de manejo da água salinizada, no ciclo produtivo anterior.

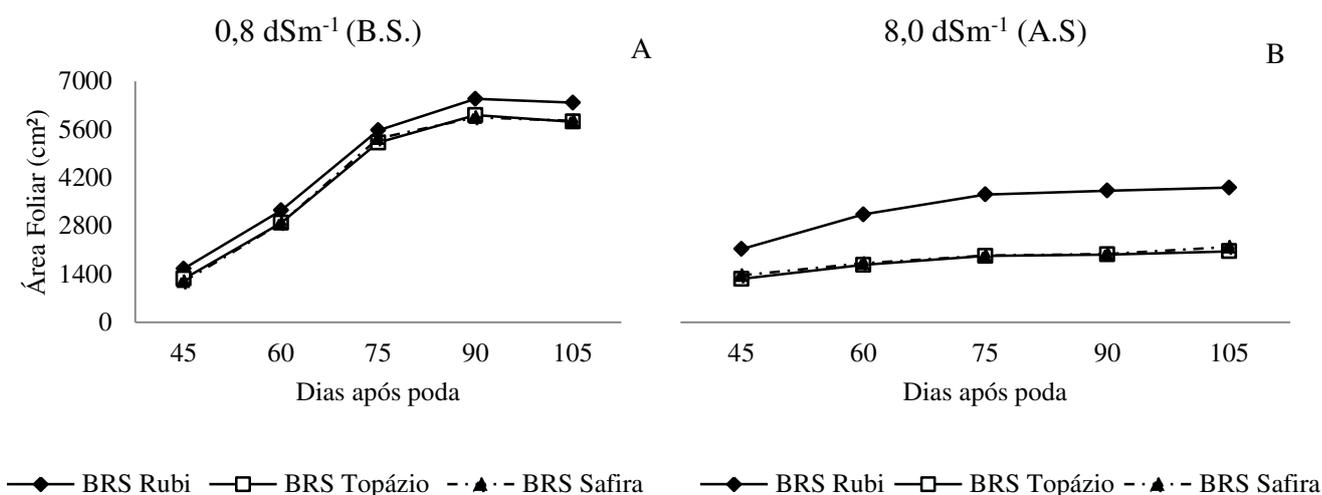


Figura 2. Área foliar (AF) em função do tempo, após a poda, relativos aos genótipos de algodoeiro colorido com baixa salinidade – $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ (A) e com alta salinidade - $8,0 \text{ dSm}^{-1}$ (B).

Comparando-se os níveis de CEa, observa-se diminuição na área foliar, principalmente, a partir de 75 DAP, com a maior redução aos 90 DAP, pois as plantas irrigadas com água de abastecimento produziram 6484,41, 6010,52 e 5946,44 cm² (Figura 2A), enquanto que, sob alto nível salino, reduziram em 41,10, 67,22 e 66,62%, ao atingirem 3820,56, 1970,05 e 1984,75 cm² de AF (Figura 2B), respectivamente, para os genótipos 1, 2, e 3. Ao longo de todo o segundo ciclo, os genótipos BRS Topázio e BRS Safira foram os mais afetados pela salinidade da água, com reduções drásticas em AF (Figura 2B), pois, além de produzirem menor área sob irrigação com baixa CEa, diminuíram, ainda mais, sob condições de alta salinidade, diferente do que ocorreu com o ‘BRS Rubi’.

A redução na área foliar está relacionada com o aumento da salinidade da água de irrigação e, conseqüentemente, na solução do solo, podendo ser um possível mecanismo que a planta desenvolve para diminuir a transpiração (NERY, 2011). As reduções da área foliar devem refletir em decréscimo na fotossíntese, contribuindo, de certo modo,

para a adaptação da planta à salinidade; tal redução pode aumentar, indiretamente, a concentração total de solutos na folha, contribuindo para o ajustamento osmótico, notadamente, em genótipos mais tolerantes ao estresse salino, a menos que os solutos se elevem a níveis tóxicos em compartimentos celulares específicos da folha (LAUCHLI e EPSTEIN, 1990).

5.2.4. Taxa de crescimento relativo em área foliar

Na Tabela 7 se encontram os dados da análise de variância para a taxa de crescimento relativo em área foliar, observando-se diferença significativa ($p < 0,01$), apenas para o fator Níveis de condutividade elétrica da água, em ambos os períodos avaliados (60 a 75 DAP e 75 a 90 DAP).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento relativo da área foliar (TCRAF) em genótipos de algodoeiro coloridos (G) com baixo e alto nível da condutividade elétrica da água (NCEa), dos 60 aos 75 e dos 75 aos 90 dias após poda.

Fator de Variação	GL	Quadrados Médios	
		TCRAF 60-75 DAP	TCRAF ¹ 75-90 DAP
Genótipos (G)	2	0,000007 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
Níveis de CEa (NCEa)	1	0,006349**	0,000081**
G X NCEa	(2)	0,000038 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
Bloco	4	0,000051 ^{ns}	0,000006 ^{ns}
Erro	20	0,000022	0,000004
CV (%)		19,46	0,20
Média Geral		0,0241197	0,0052697
Níveis de CEa		Médias	
0,8 dSm ⁻¹ (B.S.)		0,038667 a	0,008569 a
8,0 dSm ⁻¹ (A.S.)		0,009572 b	0,001970 b

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste 'F'; GL = grau de liberdade CV = coeficiente de variação; mesmas letras minúsculas na coluna indicam não haver diferença significativa entre os níveis de CEa, B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com 0,8 dSm⁻¹ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com 8,0 dSm⁻¹; DAP: dias após poda; ¹ variável com transformação em raiz quadrada de $x + 1$

Ferri (1985) comenta que a taxa de crescimento relativo (TCR) da planta é uma variável bastante utilizada para avaliação do crescimento vegetal, sendo dependente da quantidade de material previamente acumulado, representando o aumento de matéria seca na planta por unidade de material pré-existente, ao longo do tempo; apropriado

para comparar efeitos de diferentes manejos agronômicos, por ser relativo e não depender de pressuposições matemáticas (CHIARIELLO et al., 1991).

Percebe-se, por meio do teste de médias, que as maiores taxas de crescimento relativo foliar se deram no período de 60 a 75 DAP, em ambos os tratamentos estudados (Tabela 7). Possivelmente, em virtude de neste período, as plantas se encontrarem em intenso florescimento e ainda emitiam folhas, o que resultou em crescimento, tanto em número, quanto em área foliar, pois as maiores taxas também se repetiram para NF, no mesmo período, conforme constatado anteriormente (Tabela 4); os valores decresceram no período posterior (75-90 DAP), coincidindo com a fase de produção, período no qual as plantas diminuem seu crescimento e investem em suas estruturas reprodutivas.

É importante ressaltar que sob intenso crescimento ou não, nas plantas irrigadas com qualidade de água inferior ($8,0 \text{ dS m}^{-1}$) se registraram decrementos da ordem de 75,24% e 77,01%, para a TCRAF de 60 aos 75 DAP e de 75 aos 90 DAP, respectivamente, quando comparadas àquelas irrigadas sob baixa concentração de sais (Tabela 7).

Mesmo na ausência de interação significativa entre G x NCEa, explorou-se o seu desdobramento, a fim de se observar o que ocorreu com a TCRAF dos genótipos, quando as plantas foram irrigadas com maior nível de sais na água. As médias de TCRAF (Figura 3) se mantiveram relativamente constantes entre os genótipos sob irrigação com baixo nível de condutividade elétrica e com ligeira superioridade de ‘BRS Safira’ em relação aos demais, no período 60-75 DAP, com valores de 13,14% e 4,57% maiores que G1 e G2, respectivamente (Figura 3A). No período posterior (75-90 DAP) ocorreu redução na TCRAF da ‘BRS Safira’, denotando-se menor potencial de crescimento desse genótipo, mesmo no tratamento sob menor nível da CEa (B.S.). Houve inversão entre ‘BRS Safira’ e ‘BRS Rubi’, em função do período fisiológico: a BRS Rubi, que tinha a menor taxa de crescimento de área foliar, no período de 60 a 75 DAP, no período seguinte foi maior sua TCRAF ($0,0097 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), em relação à Safira (inferior a $0,0069 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$).

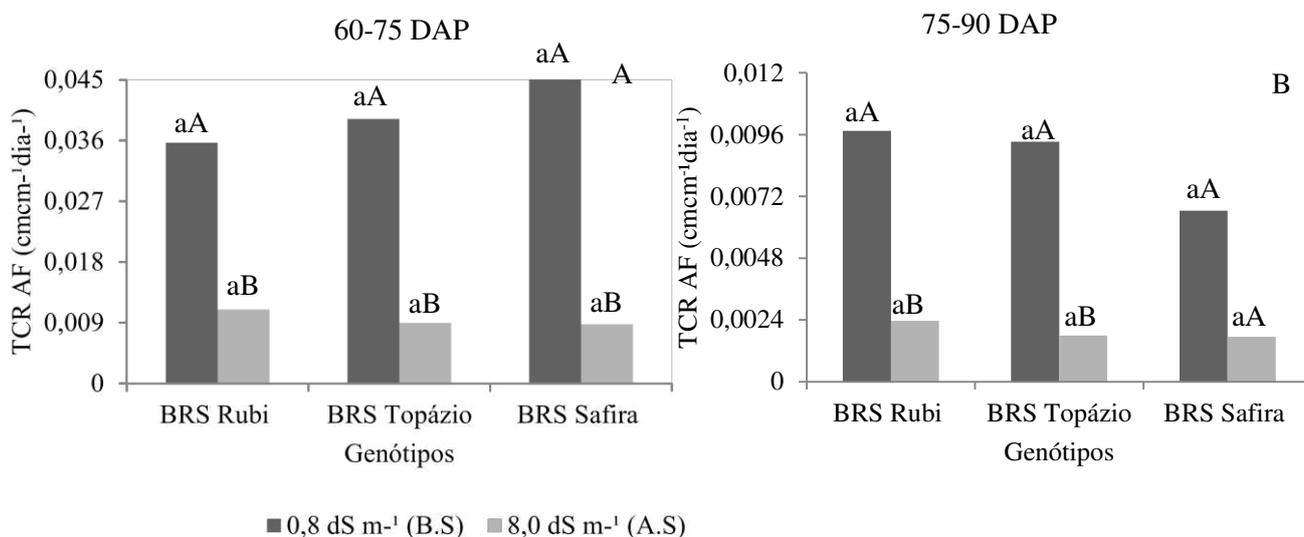


Figura 3. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação G x NCEa, da taxa de crescimento relativo da área foliar (TCRAF), dos 60 aos 75 dias após poda (A) e dos 75 aos 90 dias após poda (B). Em cada genótipo, barras com mesma letra maiúscula significam não haver diferença significativa entre níveis de CEa; Barras com mesma letra minúscula, entre genótipos, não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$); B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com $8,0 \text{ dSm}^{-1}$

Para o maior nível de condutividade elétrica da água, observa-se ligeira predominância da TCRAF da ‘BRS Rubi’ ($0,010960 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), valor este superior a $0,008970$ e a $0,008786 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, estimados para os genótipos ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’, respectivamente, no primeiro período analisado (60-75 DAP), permanecendo com esse destaque na fase seguinte (75-90 DAP), embora com a taxa de crescimento pequena, quando comparada ao período anterior.

Quanto à taxa de crescimento relativo da área foliar, no último período estudado o genótipo BRS Safira não se diferiu em relação ao estresse salino imposto (Figura 3B).

Segundo Strogonov (1964), plantas adversamente afetadas pela salinidade crescem mais lentamente e são, por esta razão, atrofiadas; as folhas são menores mas podem ser mais espessas do que as de plantas normais.

5.3. Parâmetros fisiológicos

5.3.1. Trocas gasosas

Observam-se diferenças significativas, de maneira isolada para o fator Níveis de condutividade elétrica da água, em todas as variáveis pertinentes às trocas gasosas - condutância estomática (g_s), taxa de assimilação de CO_2 (A), transpiração (E), eficiência instantânea no uso da água (EIUA), concentração interna de CO_2 (C_i) e eficiência

instantânea da carboxilação (EIC) - assim como para as Épocas estudadas, com exceção da *Ci* na qual não se verificou diferenças (Tabela 8).

Nota-se, ainda, que apenas a condutância estomática e a transpiração foram afetadas pela interação Genótipo x Época. Na interação tripla (G x NCEa x E), observou-se efeito significativo na *gs* ($p < 0,05$), o que não ocorreu nas demais variáveis.

O fato de as interações G x NCEa e NCEa x E não serem significativas em parâmetros de trocas gasosas, fortalece a ideia de que os tratamentos correspondentes aos níveis de salinidade não impuseram mudanças nos genótipos estudados nem, tampouco, houve influência das épocas, afirmações que se contradizem com o ocorrido nas variáveis de crescimento, as quais foram afetadas negativamente pela alta salinidade de modo diferenciado nos fatores em estudo (épocas e genótipos).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para as variáveis de trocas gasosas (*gs*, *A*, *E*, *EIUA*, *Ci* e *EIC*), em função de genótipos de algodoeiro colorido, níveis de condutividade elétrica da água e diferentes épocas de avaliação após poda de regeneração.

Fator de Variação	GL	Quadrados Médio					
		<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	EUA (<i>A/E</i>)	<i>Ci</i>	EiC (<i>A/Ci</i>)
Genótipos (G)	2	0,010223**	0,429701 ^{ns}	1,555558 ^{ns}	1,785136 ^{ns}	5033,2848*	0,00157 ^{ns}
Níveis de CEa (NCEa)	1	0,007233*	2,476544**	173,212578**	9,811712*	7211,114886*	0,010270**
Épocas (E)	2	0,033670**	14,931599**	109,578246**	36,514786**	2448,501213 ^{ns}	0,003806*
G x NCEa	2	0,002191 ^{ns}	0,038117 ^{ns}	3,306207 ^{ns}	0,323533 ^{ns}	2866,2028 ^{ns}	0,00093 ^{ns}
G x E	4	0,006889**	0,759149*	11,04628 ^{ns}	0,930135 ^{ns}	984,56404 ^{ns}	0,00064 ^{ns}
NCEa x E	2	0,001113 ^{ns}	0,412630 ^{ns}	2,990504 ^{ns}	4,885952 ^{ns}	508,91173 ^{ns}	0,00055 ^{ns}
G X NCEa x E	4	0,006201*	0,596211 ^{ns}	5,878114 ^{ns}	1,091604 ^{ns}	2568,1655 ^{ns}	0,00084 ^{ns}
Bloco	3	0,001749 ^{ns}	1,46699**	15,31529 ^{ns}	5,069642*	3071,7561 ^{ns}	0,00252*
Erro	51	0,001767	0,255311	8,471918	1,756385	1105,92844	0,000901
CV %		26,31	19,18	21,16	23,81	18,96	35,35
Média Geral		0,1597915	2,6342592	13,755440	5,5654289	175,412160	0,084926

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste 'F'; GL = grau de liberdade CV = coeficiente de variação

5.3.1.1. Condutância estomática (*gs*)

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

e desenvolvimento das plantas; verificam-se, assim, na Figura 4, as médias para o desdobramento da interação tripla (G x NCEa x E), observando que para a ‘BRS Rubi’, não houve diferença significativa quanto aos níveis de CEa impostos, nem entre as épocas estudadas, entretanto, é perceptível a redução da condutância estomática em cada época, nas plantas irrigadas com água de alta condutividade elétrica, cujo maior decremento ocorreu aos 75 DAP (25,49%).

Flexas et al. (2008), Silveira et al. (2010) e Kusvuran (2012) afirmam que a salinidade elevada da água de irrigação exerce efeito prejudicial no processo de abertura estomática das plantas, por aumentar a resistência à difusão de CO₂, o que foi observado nas plantas irrigadas com a água de 8,0 dS m⁻¹, em que a *gs* foi reduzida de 0,13, 0,17 e 0,18 mol m⁻² s⁻¹ nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade, para 0,12, 0,13 e 0,14 mol m⁻² s⁻¹, nas irrigadas com água de alta condutividade elétrica, respectivamente, aos 60, 75 e 90 dias após poda (Figura 4A).

Reduções na condutância estomática em diversas culturas agronômicas em função do estresse salino foram reportadas por Mirisola Filho (2003), Cruz et al. (2003) Marinho et al. (2005) e Magalhães (2012), corroborando com dados observados neste trabalho.

Nota-se (Figura 4), que em cada nível de salinidade estudado, as médias de *gs* foram evoluindo ao longo das épocas, variando de 0,13 a 0,18 mol m⁻² s⁻¹, nas plantas com baixo nível salino e de 0,11 a 0,13 mol m⁻² s⁻¹, nas plantas com alta salinidade na água de irrigação, embora, não significativa.

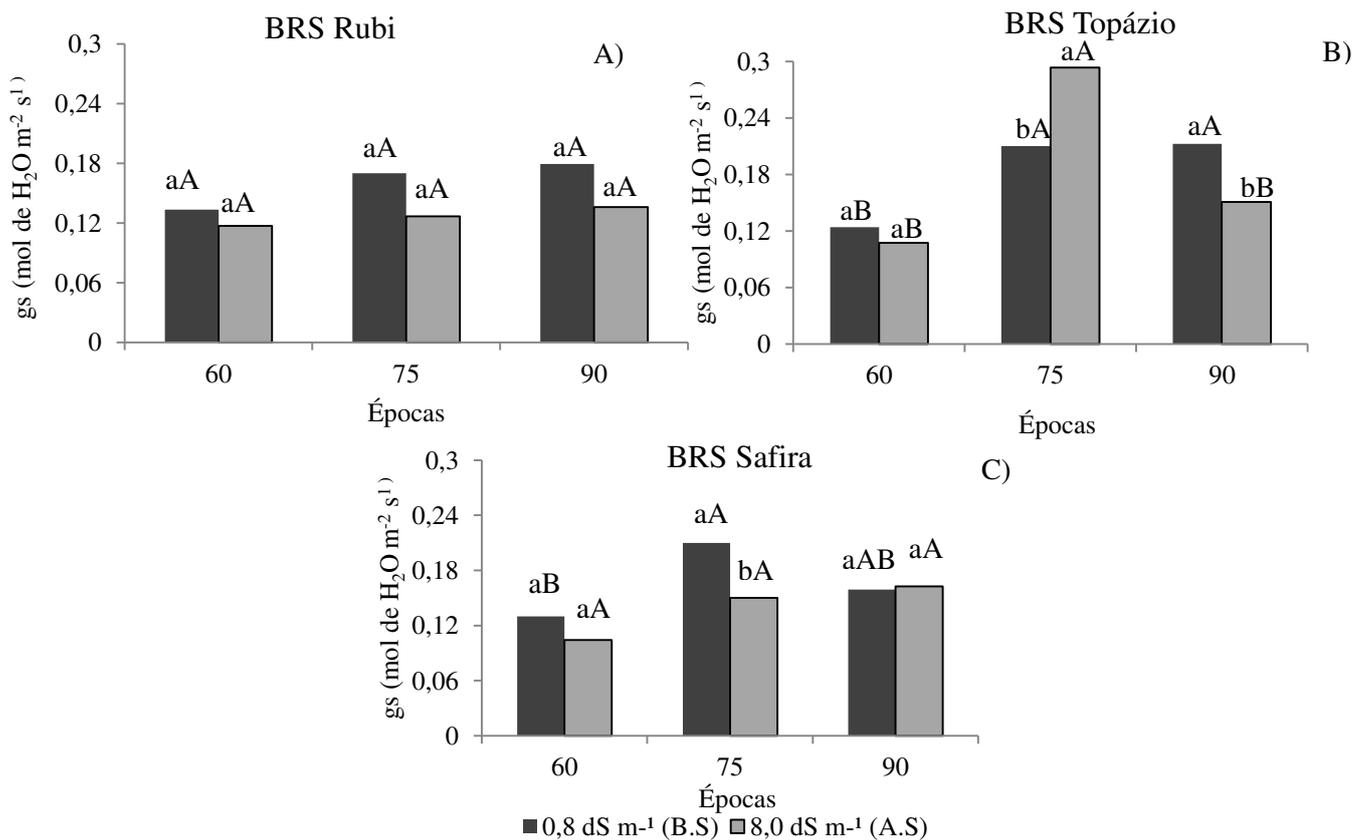


Figura 4. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação tripla entre genótipos, níveis de CEa e épocas para a condutância estomática (g_s). Em cada época, barras com mesma letra minúscula significam não haver diferença significativa entre níveis de CEa; Barras com mesma letra maiúscula, entre épocas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$; B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com $8,0 \text{ dSm}^{-1}$

Quanto à ‘BRS Topázio’, a maior média de g_s foi obtida nas plantas irrigadas com CEa de $8,0 \text{ dSm}^{-1}$, no início da fase de formação de produção (75 DAP), com $0,29 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em comparação a $0,21 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ das plantas sob baixo nível salino (Figura 4B). Ao chegar aos 90 DAP, a média da condutância estomática reduziu em 29,0%, nas plantas sob alto nível salino, confirmando, o efeito deletério da salinidade presente na água de irrigação. Acréscimo na g_s , com aplicação de salinidade na água de irrigação também foi observado na ‘BRS Safira’, na fase de plena produção, em torno de 2,1%, quando comparado à água de baixa salinidade (Figura 4C).

No primeiro ciclo desta mesma pesquisa, Soares (2014) aponta que com a aplicação da salinidade, conforme as estratégias de manejo (T2, T5 e T6) ocorreram reduções na condutância estomática em relação às plantas sem aplicação de estresse salino, no período de floração aos 37 DAS, no entanto, aos 59 DAS, as maiores médias

de g_s foram obtidas nas estratégias T2 (A2B1C1) e T5 (A2B1C2), com valores entre 0,24 e 0,23 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, superiores ao valor encontrado para T1 (0,18).

Na Figura 4C observou-se, para a BRS Safira, crescimento dos valores de condutância estomática, ao longo das épocas, com valores situados entre 0,10 a 0,16, para o tratamento com alto nível salino (A.S.). Quando as plantas foram irrigadas com água de baixa salinidade, as médias de g_s evoluíram até 75 dias após poda e a partir deste período, precisamente aos 90 DAP, houve decremento da condutância estomática, embora não diferindo das médias obtidas na primeira e segunda época avaliada.

5.3.1.2. Transpiração (E)

A fotossíntese e a transpiração estão intimamente relacionadas entre si, envolvendo os estômatos, pois ao mesmo tempo em que eles oferecem resistência à difusão da água dentro da folha para a atmosfera, constituem-se uma barreira para a aquisição de CO_2 . Deste modo, redução na condutância estomática com o intuito de diminuir a perda de água, também pode ocasionar redução nas taxas fotossintéticas (BATISTA, 2011).

Tal conclusão pode ser constatada na Figura 5, cujas plantas do algodoeiro ao serem submetidas a uma irrigação com água de alta condutividade elétrica ($8,0 \text{ dS m}^{-1}$), tiveram sua taxa transpiratória reduzida em 13,15%, em comparação aos valores de E nas plantas com baixa salinidade, diminuindo de $2,81 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para $2,44 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Este mecanismo é esperado para esta cultura, por ser considerada tolerante à salinidade, segundo Richards (1980), diminuindo a perda de água com a transpiração.

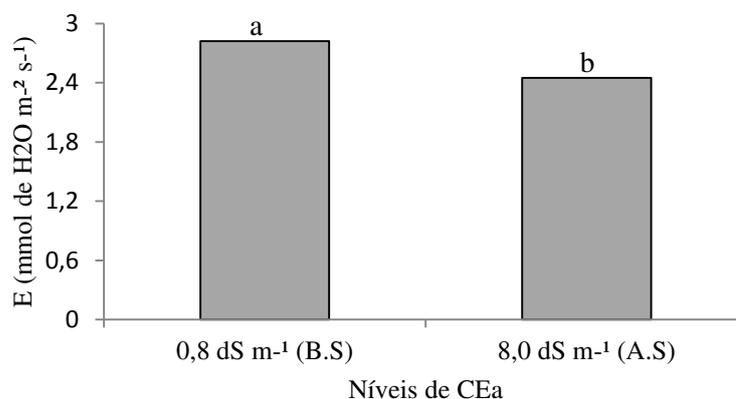


Figura 5. Teste de médias referente à transpiração (E) do algodoeiro colorido sob níveis de condutividade elétrica da água. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

De acordo com Robinson et al. (1997), a redução da taxa transpiratória (E), em curto período de exposição ao estresse salino, ocorre devido ao decréscimo do potencial hídrico no sistema radicular. Em períodos longos de exposição, a redução de E resulta da alta concentração de íons associada à inibição da fotossíntese, causada pelo acúmulo de sais do mesófilo, e incrementos na concentração intercelular de CO_2 , com a redução da condutância estomática.

Ao final da fase vegetativa, no primeiro ciclo deste trabalho, as plantas irrigadas com baixa salinidade transpiravam a uma taxa de $2,73 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, enquanto que naquelas sob alta salinidade os valores variavam de 2,34 a $2,50 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; já no final do ciclo, o valor de ' E ' foi reduzido em até 58,22% comparando-se a estratégia de manejo T1 – sem salinidade – em relação aquelas submetidas à CE de $9,0 \text{ dS m}^{-1}$ (SOARES, 2014).

Suassuna (2013) explicou, estudando níveis de salinidade em genótipos de gergelim, que sob estresse salino as plantas têm seu potencial osmótico reduzido, o que dificulta a absorção de água pelas raízes, fazendo com que seja reduzida a abertura dos estômatos, como primeiro mecanismo. Em tais condições se ocorre defasagem entre a absorção de água pelas raízes e a transpiração e assim, se considera o fechamento parcial dos estômatos uma estratégia para evitar desidratação excessiva ou uma consequência de desbalanço hídrico na epiderme das folhas, mecanismo que leva à redução do crescimento e da produção com a continuidade do estresse (RIBEIRO et al., 2009; MACHADO et al., 2010).

Conforme as médias para o desdobramento da interação G x E, contidos na Tabela 9, não houve diferença significativa entre os genótipos, tanto aos 60, quanto aos 90 DAP, de maneira que a taxa transpiratória variou de 1,64 a $1,95 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, na primeira época avaliada e de 2,96 a $3,24 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na terceira época. Aos 75 DAP, a taxa transpiratória da BRS Topázio foi de $3,53 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sendo, portanto, superior em 24,10% e 13,53% em relação aos valores dos genótipos BRS Rubi e BRS Safira, respectivamente.

Tabela 9. Teste de comparação de médias relativo ao desdobramento da interação entre genótipos e épocas para a transpiração (*E*).

Genótipos	Épocas		
	60 DAP	75 DAP	90 DAP
BRS Rubi (G1)	1,950418 aB	2,681666 bA	2,960832 aA
BRS Topázio (G2)	1,574584 aB	3,533334 aA	3,248332 aA
BRS Safira (G3)	1,645415 aB	3,055000 abA	3,058751 aA

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha são indicativos de não haver diferença significativa entre genótipos nem entre épocas, respectivamente.

Ressalta-se que a ‘BRS Rubi’ foi a cultivar com as menores taxas transpiratórias, desde o início da fase de formação de produção, logo, perdeu menos água que os demais genótipos, podendo ser indicativo de um bom material genético (Tabela 9). Segundo Pimentel (2004), para uma perda menor de água, o controle da abertura estomática é primordial a fim de manter uma taxa maior de fotossíntese.

Denota-se que, ao longo das épocas, a taxa transpiratória foi aumentando (Tabela 9), com exceção da ‘BRS Topázio’ observando-se redução aos 90 DAP (época de plena produção), sendo a ‘BRS Rubi’ a cultivar de menor incremento.

As menores taxas transpiratórias foram observadas na fase de intensa floração das plantas de algodoeiro (60 DAP), não diferindo, significativamente, nas fases seguintes, mas com tendência de incremento em seus valores (Tabela 9). No primeiro ciclo desta cultura, Soares (2014) não verificou diferenças significativas dos genótipos, isoladamente nem de sua interação com as estratégias de manejo da salinidade.

5.3.1.3. Taxa de assimilação de CO₂ (*A*)

Com base na Figura 6A, nota-se redução na taxa de assimilação líquida de CO₂ devido à presença de alto nível salino na água de irrigação (A.S.), com decréscimo de 20,26% ao se comparar os dados com os obtidos em plantas irrigadas com água de 0,8 dSm⁻¹ constatando-se valores de ‘*A*’ de 15,30 μmol m⁻² s⁻¹. Tal redução ocorreu em consequência da diminuição da condutância estomática (Figura 4) e da taxa de transpiração (Figura 5), decorrente da salinidade. Esses resultados estão em concordância com Silva et al. (2011), pois tais autores reportam que as plantas submetidas a condições de salinidade da água sofreram diminuição da fotossíntese, associada à baixa condutância estomática foliar. Neves et al. (2009) comentam que a

diminuição na taxa de fotossíntese é atribuída ao fechamento parcial dos estômatos associado ao efeito osmótico e à toxicidade iônica sobre o metabolismo da planta.

Quanto às épocas de avaliação, percebe-se crescimento acentuado da taxa fotossintética no período de formação de produção ($15,92 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), seguido da fase de plena produção ($13,69 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (Figura 6B), semelhante ao ocorrido com 'E' (Tabela 9). No entanto, mesmo realizando baixa assimilação de CO_2 , aos 60 dias após poda, com $11,65 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, esses valores são satisfatórios de vez que, em plantas C_3 , como o algodoeiro, as taxas fotossintéticas devem variar entre 10 e $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Segundo Alves et al. (2011), a fotossíntese aumenta de acordo com o acréscimo da condutância estomática; este aumento é relacionado a uma abertura maior estomática fato que, conseqüentemente, ocasiona maior taxa de transpiração. Em consonância com essa sucessão de acontecimentos fisiológicos comprova-se, neste estudo, a ocorrência do aumento da fotossíntese aos 75 DAP (Figura 6B), condicionado pelo crescimento da g_s , na mesma época (Figura 4) e que resultou numa elevada taxa de transpiração (Tabela 9).

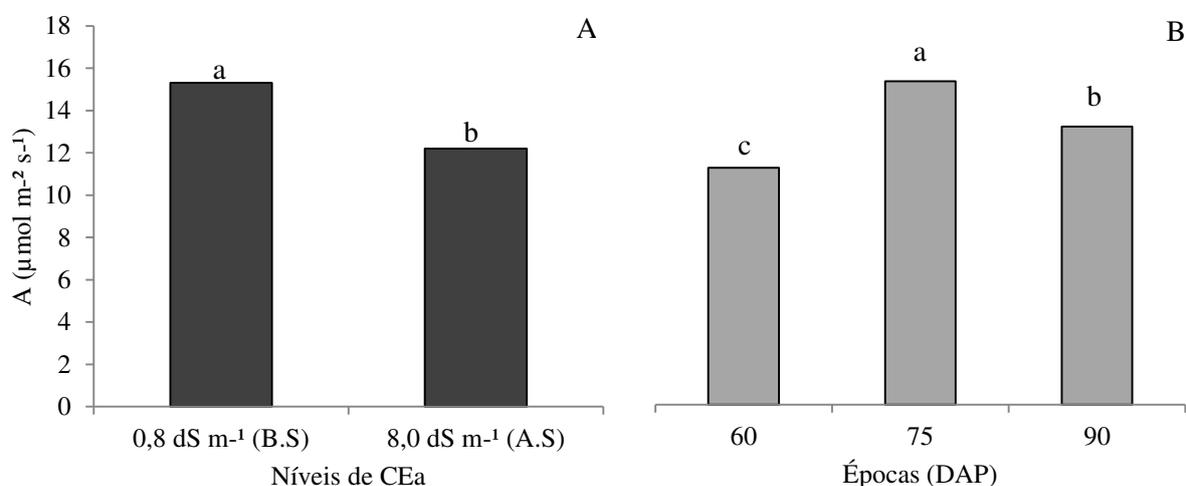


Figura 6. Teste de médias para a taxa de assimilação de CO_2 (A) em função dos níveis de condutividade elétrica da água (A) e das épocas (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

5.3.1.4. Eficiência instantânea no uso da água (E/A)

Seguindo a mesma tendência de decremento das taxas de condutância estomática, transpiração e fotossíntese percebe-se, na Figura 7A, redução da eficiência instantânea

no uso da água nas plantas de algodoeiro quando submetidas a alto nível salino, evidenciando comprometimento das trocas gasosas do algodoeiro pela exposição à salinidade da água de irrigação. No entanto, comparando-se as médias de EIUA das plantas submetidas a baixo nível salino, com as médias daquelas que foram irrigadas com água de alta condutividade elétrica, comprova-se que a ineficiência da utilização da fotossíntese em resposta à salinidade da água de irrigação não foi acentuada, uma vez que, as plantas do tratamento com alta salinidade (A.S.) atingiram 87,56% da EIUA daquelas com baixa salinidade (B.S.) (5,20 e 5,93 $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$, respectivamente). Acrescenta-se que as plantas irrigadas com alto nível salino receberam água com condutividade elétrica de $8,0 \text{ dS}^{-1} \text{ m}^{-1}$, desde 30 DAP, além de terem sofrido estresse mediante as estratégias de manejo, principalmente, na última fase (fase de produção) no ciclo anterior, ocorrendo acúmulo de sais na zona radicular, conforme pode ser observado nos dados de análise do solo, ao final do experimento, referente ao primeiro e segundo ciclos - Apêndice 8.3 e 8.4, respectivamente.

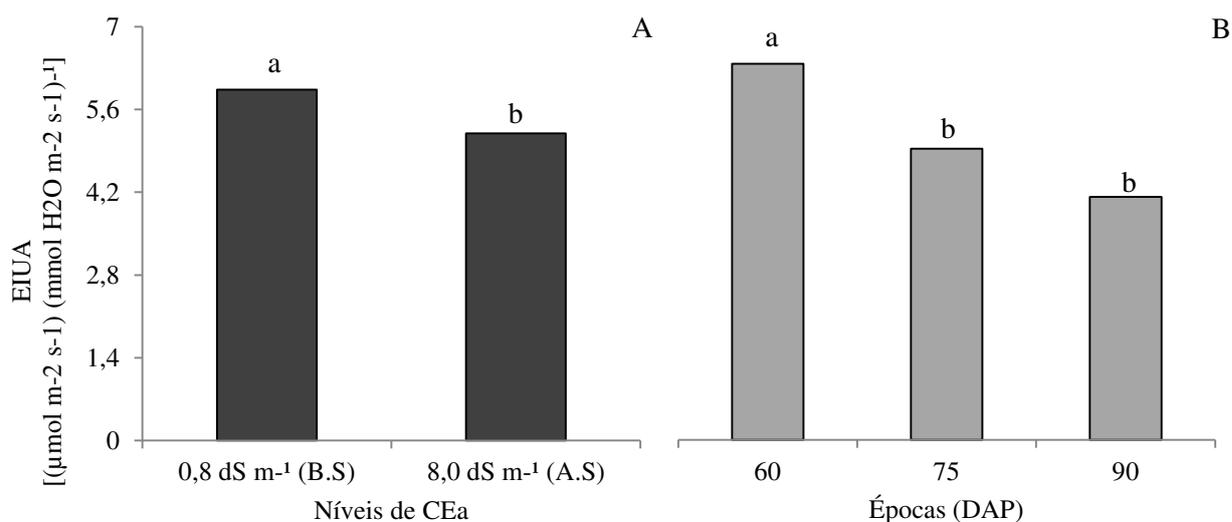


Figura 7. Teste de médias referente à eficiência instantânea no uso da água (EIUA) de algodoeiro colorido em função dos níveis de CEA (A) e das épocas (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Os tratamentos com maior eficiência instantânea no uso da água, no primeiro ciclo, aos 113 DAS, foram aqueles que receberam água salinizada na fase de produção (T4, T5 e T7), com média de $4,69 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$ (SOARES, 2014). No ciclo pós-poda as plantas sob maior nível salino durante todo o período de experimentação, atingiram valor médio de A/E de $5,20 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$

¹)]], com superioridade em 9,81% de eficiência em detrimento dos efeitos da salinidade (Figura 7A). Ressalta-se que a relação *A/E* relaciona a quantidade de carbono que a planta fixa por cada unidade de água que se perde neste processo fisiológico (TAIZ e ZEIGER, 2009), sendo importante absorver o máximo de CO₂ com o mínimo de perda de água.

Raschke (1979) comenta que a regulação da abertura estomática ocorre por mecanismos complexos, parecendo agir, no sentido de minimizar as perdas de água, limitando, de forma menos intensa, o influxo de CO₂ (COWAN e TROUGHTON, 1971), ou seja, os estômatos parecem funcionar no sentido de otimizar a relação *E/A* (COWAN, 1982; FARQUHAR e SHARKEY, 1982).

Aos 60 dias após poda, o algodoeiro atingiu a maior média da EIUA (6,90 [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹]), enquanto que aos 90 DAP esta eficiência foi reduzida para 4,46 [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹], com decréscimo de 35,36%; nesta época, as plantas estavam em plena fase de produção e, provavelmente, teriam diminuído a taxa fotossintética, elevando a transpiração e resultando em ineficiência no uso da água. Além disto, pressupõe-se que de 75 aos 90 DAP (época de formação de produção), os órgãos produtivos foram priorizados pela fisiologia da planta (Figura 7B).

5.3.1.5. Concentração interna de CO₂ (*C_i*)

Na Figura 8A estão as médias da concentração interna de CO₂ em função dos Genótipos, indicando valores superiores em ‘BRS Topázio’, na ordem de 189,62 μmol mol⁻¹, e menor concentração em ‘BRS Rubi’, com 160,68 μmol mol⁻¹, sugerindo menor atividade fotossintética, especificamente, neste genótipo; a ‘BRS Safira’ não se distinguiu, estatisticamente, dos demais genótipos estudados. Soares (2014) também constatou maiores médias no genótipo BRS Topázio (172,39 μmol mol⁻¹), no entanto, a ‘BRS Safira’ também foi o genótipo com a menor concentração interna de CO₂ (154,69 μmol mol⁻¹) ambos no primeiro ciclo dessa cultura. Sabe-se que a *C_i* reflete a disponibilidade de substrato para a fotossíntese, podendo indicar se o fechamento estomático está restringindo à atividade fotossintética ou não (MELO et al., 2009).

Com o uso de água com salinidade elevada na irrigação do algodoeiro colorido elevou-se a concentração de *C_i* em 10,8%, conforme se pode visualizar na Figura 8B, com valor de 185,41 μmol mol⁻¹, enquanto nas plantas sob 0,8 dSm⁻¹ (B.S.) a concentração era de 165,40 μmol mol⁻¹ de CO₂, caracterizando os efeitos negativos da

salinidade excessiva no metabolismo do carbono nas plantas. Tal resultado pode estar relacionado ao decréscimo ocorrido na atividade fotossintética das plantas sob alto nível salino (A.S.), especialmente na condutância estomática, que, possivelmente, provocou o fechamento parcial dos estômatos, resultando numa concentração maior de CO₂ na câmara subestomática, conforme explicam Machado et al. (2010).

Valores considerados elevados de *C_i* no interior das folhas são um indicativo de que o CO₂ não está sendo utilizado para a síntese de compostos orgânicos pelo processo fotossintético, com acúmulo do gás na câmara subestomática, possivelmente pela ocorrência de algum fator não estomático estar interferindo neste processo (LARCHER, 2006), o que foi confirmado com a depleção na eficiência fotossintética das plantas irrigadas com água de alta salinidade (Figura 7A).

Segundo Farquhar e Sharkey (1982), o aumento na concentração interna de CO₂ está associado à queda na atividade de enzimas envolvidas no processo de fixação de CO₂. Segundo Parida et al. (2005), muitas enzimas que participam do metabolismo do carbono são sensíveis à toxicidade gerada pelo excesso de íons Na⁺ e Cl⁻ nas folhas.

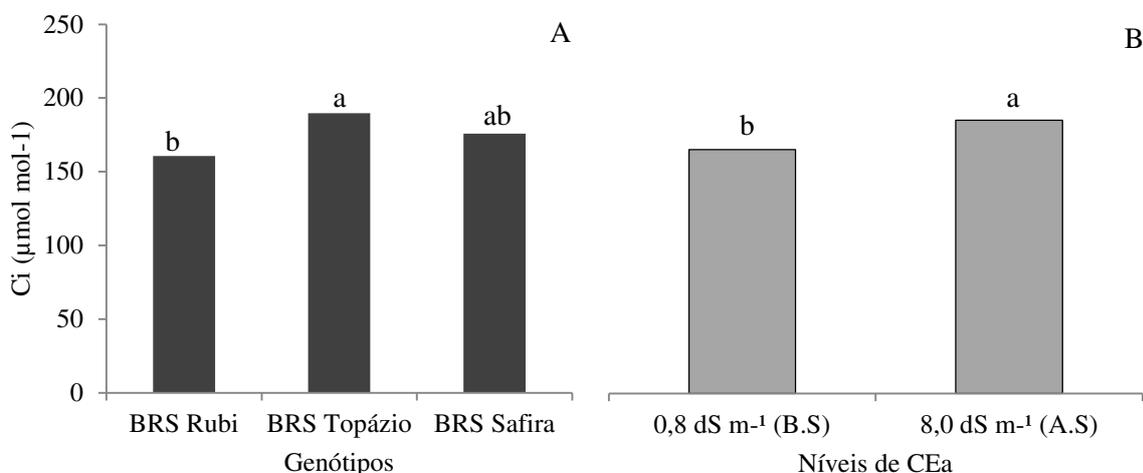


Figura 8. Teste de médias referente à concentração interna de CO₂ (*C_i*) de genótipos de algodoeiro colorido (A) e em função dos níveis de CEa (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

5.3.1.6. Eficiência instantânea de carboxilação (*A/C_i*)

A eficiência instantânea de carboxilação (EIC) é um parâmetro que tem estreita relação com a concentração intracelular de CO₂ (*C_i*) e com a taxa de assimilação de dióxido de carbono (*A*), sendo uma forma de se estudar os fatores não estomáticos que

interferem na taxa fotossintética (KONRAD et al., 2005; MACHADO et al., 2010). Segundo Farquhar e Sharkey (1982), a atividade bioquímica da fotossíntese pode ser avaliada por esta relação (A/C_i).

Como se observa na Figura 9A, nas plantas irrigadas com água de abastecimento (B.S.) foi maior a eficiência instantânea de carboxilação, com taxa de 0,0969 [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$], enquanto aquelas pertencentes ao tratamento de A.S (8,0 dSm⁻¹) atingiram 0,0729 [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$], resultando em decréscimo de 24,66% na eficiência instantânea de carboxilação. Tal redução pode estar associada à menor taxa fotossintética nas plantas sob tratamento com alta salinidade, conforme se observou na Figura 6A, resultando numa baixa EIC (Figura 9A), e ainda ao fato de se ter identificado maior C_i nas plantas, também, sob alto nível salino (Figura 8B). É provável que este resultado seja reflexo de baixa assimilação de CO₂, em relação ao CO₂ encontrado na câmara subestomática nestas plantas, pois é explicado que, se C_i aumenta e há diminuição no consumo de CO₂ nos cloroplastos, devido à redução na atividade fotossintética, a relação A/C_i também sofrerá redução (SUASSUNA, 2013).

Constata-se, portanto, uma sucessão de alterações nas trocas gasosas, relacionada, explicitamente, aos efeitos salinos da água de irrigação de alta condutividade elétrica sobre as plantas, pertencentes ao tratamento de A.S, quando comparadas ao tratamento de B.S.

Segundo Magalhães (2012), à medida que o nível de condutividade vai aumentando, ocorre redução da condutância estomática, da taxa transpiratória e do aumento da concentração interna de CO₂ na cavidade subestomática.

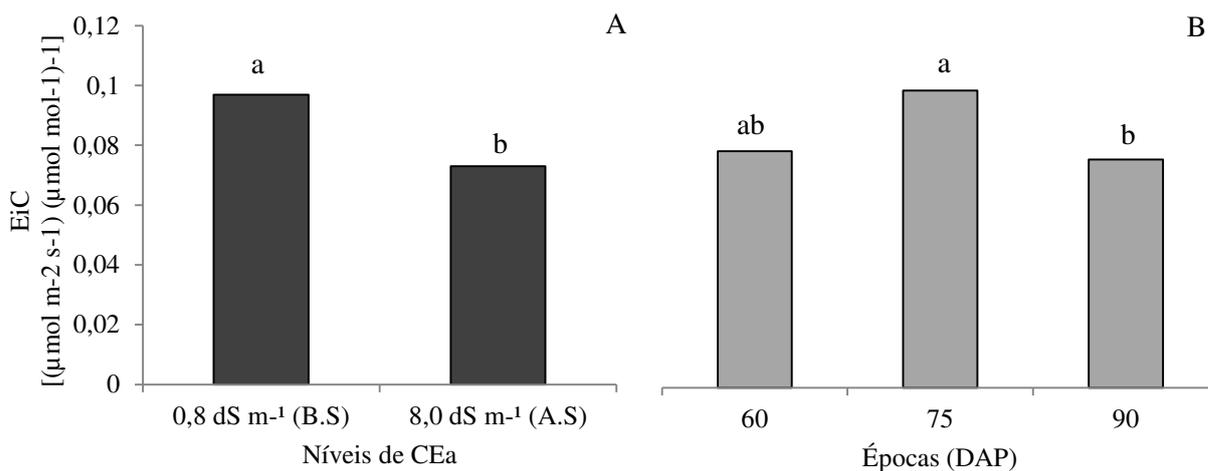


Figura 9. Teste de médias referente à eficiência instantânea de carboxilação (EIC) do algodoeiro colorido em função dos níveis de CEa (A) e das épocas (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Quanto às épocas (Figura 9B), verifica-se que durante a fase de intensa atividade floral (60 DAP) a eficiência instantânea de carboxilação não se diferiu, estatisticamente, das demais épocas avaliadas ($0,0790 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$), aumentando sua média aos 75 DAP ($0,0993 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$), vindo a reduzir na fase de plena produção ($0,0763 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$). Aos 59 dias após semeadura, para esta mesma cultura, no primeiro ciclo, Soares (2014) constatou maior valor médio de EIC, em torno de $0,13 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$, e de aproximadamente $0,10 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$, como o menor valor. Esses valores são superiores ao EIC encontrado no trabalho atual, comparado ao que foi registrado aos 60 DAP. Vale lembrar que aos 59 DAS, no primeiro ciclo, as plantas já se encontravam no período de formação de produção, situação correspondente a de 75 DAP, no segundo ciclo produtivo. Em qualquer uma dessas comparações, percebe-se menor A/C_i , no ciclo secundário, talvez decorrente da maior exposição ao estresse salino e de outras condições abióticas.

Farquhar e Sharkey (1982) e Lima (1998) ressaltam que a eficiência de carboxilação pode se correlacionar positivamente com a capacidade produtiva das plantas, fato que deverá ser verificado posteriormente no estudo dos componentes de produção. Afinal, é intrínseca a importância da ligação das características que compõem uma planta, como por exemplo, seus efeitos fisiológicos sobre os aspectos de crescimento e produção.

5.3.2. Fluorescência da clorofila *a*

Para o estudo da fluorescência da clorofila *a* (Tabela 10), nota-se efeito significativo em todas as variáveis em função do fator Genótipos ($p < 0,01$, com exceção da relação F_v/F_o , significativa ao nível de 5% de probabilidade) e das Épocas ($p < 0,01$). O fato dos parâmetros associados à emissão da fluorescência ter diferido entre as cultivares, é um indicativo de serem geneticamente distintos os materiais testados, em relação à atividade fotoquímica. Já a avaliação durante todo o ciclo de desenvolvimento das plantas possibilita informações mais precisas, tais como variações nos parâmetros de fluorescência com as mudanças nos estádios de desenvolvimento das plantas (BACARIN e MOSQUIN, 2002), o que reforça a importância de se estudar a influência do fator Épocas, nas avaliações das plantas de algodoeiro.

O fator Níveis de Cea influenciou, apenas, a eficiência quântica potencial do fotossistema II (F_v/F_m) e a produção quântica fotoquímica efetiva do FSII (F_o/F_m). Com base em Freire (2010), tal resultado evidencia que a condição abiótica à qual as plantas estão submetidas, como o estresse salino, promove danos no aparato fotossintético das plantas, comprometendo o FSII, com o decorrer do tempo de exposição ao fator estressante. Não foram significativas as interações entre os fatores estudados (Tabela 10).

Quando expostas a estresse ambiental ou abiótico, alterações no estado funcional das membranas dos tilacoides dos cloroplastos provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência, passíveis de serem quantificadas nas folhas (BAKER e ROSENQVST, 2004), através das variáveis de fluorescência da clorofila *a*. Bjorkman e Demming (1987) mediram a emissão da fluorescência da clorofila em espécies dos grupos de plantas C3 e C4 e encontraram diferenças entre as espécies dos diferentes grupos e entre folhas crescidas ao sol e à sombra da mesma espécie. Esses autores sugeriram que a determinação da relação F_v/F_m se constitui em excelente método para a avaliação da atividade fotoquímica do fotossistema II (FSII) e mostraram, ainda, que o uso dos valores absolutos para a emissão da fluorescência, F_o e F_m , é importante para se estudar as diferenças significativas entre as espécies de plantas C3. Justificativas relevantes reforçando a realização de estudos quanto ao aparato fotossintético de plantas de algodoeiro (espécie C3).

Tabela 10. Resumo das análises de variância para a fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), relações F_v/F_o e F_o/F_m em função de genótipos de algodoeiro colorido, níveis da condutividade elétrica da água e diferentes épocas de avaliação após poda.

Quadrados Médio							
Fator de Variação	GL	F_o	F_m	F_v	F_v/F_m	F_v/F_o	F_o/F_m
Genótipos (G)	2	1225,302778**	61555,629671**	35551,689114**	0,000134**	0,229114*	0,000128**
Níveis de CEa (NCEa)	1	148,225000 ^{ns}	4291,784271 ^{ns}	2030,618540 ^{ns}	0,000161**	0,170087 ^{ns}	0,000168**
Épocas (E)	2	1794,136111**	111039,346434**	78776,399394**	0,000385**	0,687425**	0,000355**
G x NCEa	2	75,658333 ^{ns}	6315,719634 ^{ns}	3891,696723 ^{ns}	0,000009 ^{ns}	0,027991 ^{ns}	0,000011 ^{ns}
G x E	4	224,606944 ^{ns}	2567,364182 ^{ns}	3995,645701 ^{ns}	0,000026 ^{ns}	0,056518 ^{ns}	0,000035 ^{ns}
NCEa x E	2	174,925000 ^{ns}	8519,038234 ^{ns}	9208,968137 ^{ns}	0,00000000058 ^{ns}	0,005710 ^{ns}	0,00000000075 ^{ns}
G X NCEa x E	4	123,545833 ^{ns}	2671,567442 ^{ns}	2232,786522 ^{ns}	0,000024 ^{ns}	0,090076 ^{ns}	0,000021 ^{ns}
Bloco	4	1609,111111**	68433,555366**	51493,762559**	0,000050*	0,085660 ^{ns}	0,000044 ^{ns}
Erro	68	131,90228	4674,49299	4565,23716	0,000018	0,047143	0,000018
CV %		4,18	3,88	4,54	0,50	4,01	2,70
Média Geral		274,9722222	1761,1092593	1488,0870296	0,8436026	5,4164984	0,1562424

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste 'F'; GL = grau de liberdade CV = coeficiente de variação

5.3.2.1. Fluorescência inicial (F_o)

Registrou-se, nas plantas de algodoeiro, menor média de fluorescência inicial no genótipo BRS Topázio (267,71 elétrons quantum⁻¹) em relação à 'BRS Rubi' (279,77 elétrons quantum⁻¹) e a 'BRS Safira' (277,433 elétrons quantum⁻¹) (Figura 10A). Estudando a tolerância de dez genótipos de algodoeiro colorido, também sob estresse salino, Pereira (2012) constatou na cultivar 'BRS Rubi' um dos melhores desempenhos para a fluorescência inicial (365,00 elétrons quantum⁻¹), enquanto que na 'BRS Topázio' foi menor a F_o (340,83 elétrons quantum⁻¹), fato similar ao ocorrido neste trabalho.

O aumento em F_o é um indicativo de danos ao centro de reação do FSII (P680) ou diminuição na capacidade de transferência da energia de excitação da antena ao FSII (BAKER e ROSENQVST, 2004). Pelos resultados encontrados neste trabalho constatou-se aumento de F_o aos 90 DAP, em torno de 5,79% em relação à época anterior analisada (75 DAP), conforme a Figura 10B.

Nesta mesma figura se percebe uma variação na F_o no decorrer das épocas. Campostrini (1997) percebeu, estudando a fluorescência da clorofila 'a', que os níveis

de F_o não possuem comportamento constante e podem variar a qualquer análise, devido às condições ambientais e fisiológicas da planta, ou seja, seu valor pode diminuir caso os centros de reações do fotossistema II (FSII) estejam comprometidos e caso a transferência de energia de excitação da antena para os centros de reações esteja prejudicada (BOLHAR-NORDEMKAMPF et al., 1989).

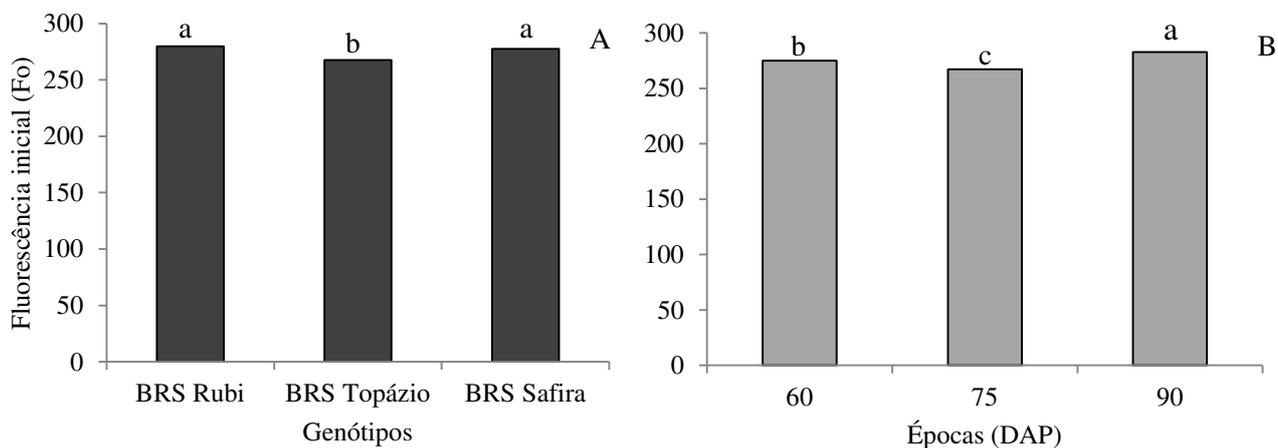


Figura 10. Teste de médias referente à fluorescência inicial de genótipos de algodoeiro colorido(A) e em função das épocas (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

5.3.2.2. Fluorescência máxima (F_m)

A ‘BRS Rubi’ se destaca com a maior média de fluorescência máxima (1810,9 elétrons quantum⁻¹), seguida da ‘BRS Safira’, com 1750,09 elétrons quantum⁻¹, não se diferenciando, esta última, da ‘BRS Topázio’ (1722,33), embora tenha apresentado uma diminuição com relação ao genótipo Safira (Figura 11A). Esta variação em F_m entre as cultivares pode ser explicada por possuírem os genótipos diferenças no ponto de intensidade máxima de fluorescência, sendo as diferenças atribuídas a particularidades de cada cultivar, o que denota estabilidade genética dos genótipos (FERRAZ, 2012).

Pereira (2012) obteve, ao estudar a tolerância de dez genótipos de algodoeiro colorido, sob estresse salino, níveis médios de intensidade máxima de fluorescência (F_m) para os genótipos BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde, com os menores valores para o ‘BRS Topázio’, com média de 2178,50 elétrons quantum⁻¹.

Percebe-se, por meio da Figura 11B, valor máximo de fluorescência aos 90 DAP, com 1830,57 elétrons quantum⁻¹, correspondendo a um acréscimo de 6,19 e 5,19% em relação às épocas de intensa floração (60 DAP) e início da formação de produção (75

DAP). O aumento da fluorescência máxima está relacionado à maior eficiência de fotorredução da quinona *a*, indicando boa atividade do FSII na membrana dos tilacoides, refletindo diretamente no fluxo de elétrons entre os fotossistemas (SILVA et al., 2006).

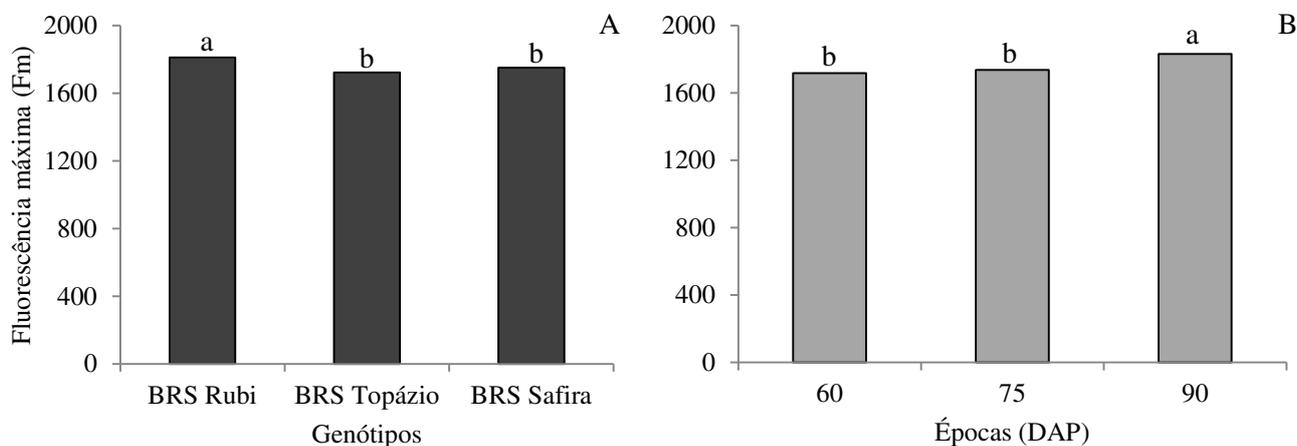


Figura 11. Teste de médias referente à fluorescência máxima de genótipos de algodoeiro colorido (A) e em função das épocas (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

5.3.2.3. Fluorescência variável (F_v)

Consoante os resultados obtidos em F_o e F_m , foi maior a média de F_v no genótipo ‘BRS Rubi’ (1527,49 elétrons quantum⁻¹), superando os demais genótipos em 4,17 e 3,57% para o G2 e G3, respectivamente (Figura 12A). Mais uma vez foi registrada, na cultivar BRS Topázio, a menor média, em termos de fluorescência, sendo válido salientar que tais semelhanças, quanto aos melhores valores em fluorescência (F_o , F_m e F_v) para o G1 podem indicar que este material é mais responsivo às atividades fotoquímicas.

Ferraz (2012) e Pereira (2012) também encontraram resultados semelhantes de melhor desempenho da ‘BRS Rubi’, em relação à ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’, em termos de fluorescência variável.

Pode-se presumir que as diferenças verificadas entre as cultivares de algodoeiro para a característica fluorescência variável, podem constituir ferramenta de interesse para os programas de melhoramento genético. Suassuna et al. (2010) comentam, em outro aspecto, que o estudo de variável fisiológica como a fluorescência da clorofila *a*, é

importante no esclarecimento de efeitos das condições osmóticas e hídricas sobre a eficiência fotossintética nos vegetais.

Em consequência do ocorrido com as médias de F_m , em função das épocas, verifica-se crescimento na F_v no decorrer das análises (Figura 12B). Partindo de 1442,35 elétrons quantum^{-1} , aos 60 DAP, intermediando no início da fase de formação de produção, com 1478,44 elétrons quantum^{-1} , chegando-se na fase de plena produção a 1543,47 elétrons quantum^{-1} , destacando-se nesta ultima fase um acréscimo de F_v em detrimento das demais épocas em 6,55 e 4,21%, respectivamente, aos 60 e 75 DAP.

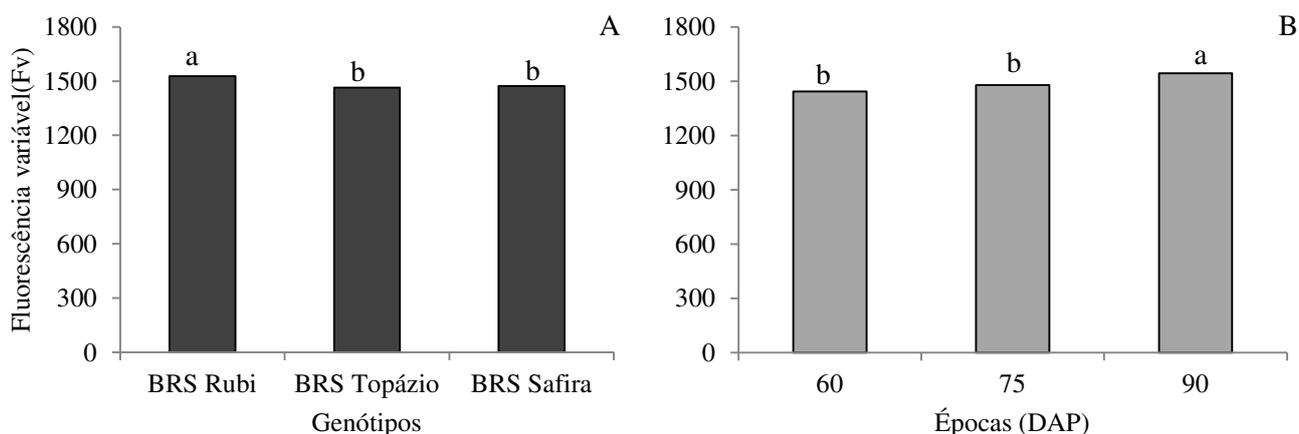


Figura 12. Teste de médias referente à fluorescência variável de genótipos de algodoeiro colorido (A) e em função das épocas (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

5.3.2.4. Eficiência quântica do fotossistema II

Em função dos Genótipos observam-se, na Figura 13A, maiores médias da eficiência quântica do FSII, em ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’, as quais não diferiram entre si. Sobre a ‘BRS Safira’, G1 e G2 obtiveram um acréscimo na eficiência quântica de 0,48 e 0,36%, respectivamente. Entende-se, neste sentido, que embora se tenha recorrido ao teste de médias para o fator G, devido à sua diferença significativa (Figura 13A), nota-se que os valores da F_v/F_m se mantiveram numa média em torno de 0,84 para as três cultivares estudadas, com ligeira variação entre os genótipos.

Para o teste de médias, relacionado aos Níveis de CEa, exposto na Figura 13B, ocorreu decréscimo de 0,31% nas plantas irrigadas com água de alta condutividade elétrica, ressaltando-se que os valores de F_v/F_m variaram de 0,842 (A.S.) a 0,845 (B.S.).

A relação F_v/F_m , ou eficiência quântica potencial do fotossistema II (FSII), é usada como indicadora de estresse quando fatores bióticos ou abióticos alteram a funcionalidade do fotossistema II (DIAS e MARENCO, 2007), informação esta ratificada por Melo et al. (2010) e Suassuna et al. (2011), quando os autores registraram reduções na F_v/F_m em melancia e meloeiro submetidos a estresse por saturação hídrica e também no pinhão-manso, ao aumentar os níveis de salinidade, conforme Magalhães (2012).

Seguindo a mesma evolução de F_o , F_m e F_v , a relação F_v/F_m cresceu ao longo das épocas estudadas (Figura 13 C), mantendo uma média de 0,84. Posada et al. (2011) ressaltam que a relação F_v/F_m caracteriza a eficiência fotoquímica das culturas, indicando pleno funcionamento do aparato fotossintético das plantas. Assim, o aumento da eficiência quântica do FSII indica melhor aproveitamento e conversão da energia luminosa (FERRAZ, 2012).

Denota-se, portanto, que para todas as fontes de variação, de maneira isolada, os valores da eficiência quântica do FSII estiveram acima de 0,80 tanto nas plantas irrigadas com $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, quanto naquelas com baixos níveis de sais na água, em todas as épocas avaliadas, mantendo-se sempre em níveis elevados, acima do limite de 0,75, abaixo do qual se considera haver injúria ao FSII (FERRAZ, 2012, CAMPOSTRINI, 1997).

Björkman e Demming (1987) reportam que quando uma planta está com seu aparelho fotossintético intacto, a razão F_v/F_m deve variar entre 0,75 e 0,85, enquanto a queda nesta razão reflete a presença de dano foto inibitório nos centros de reação do FSII. Com base em tais observações comprova-se não ter ocorrido inibição da atividade fotoquímica nas plantas de algodoeiro, no presente trabalho, pois os valores da eficiência quântica estão dentro dos limites mencionados por aqueles autores, mesmo com uso de água com alta condutividade elétrica.

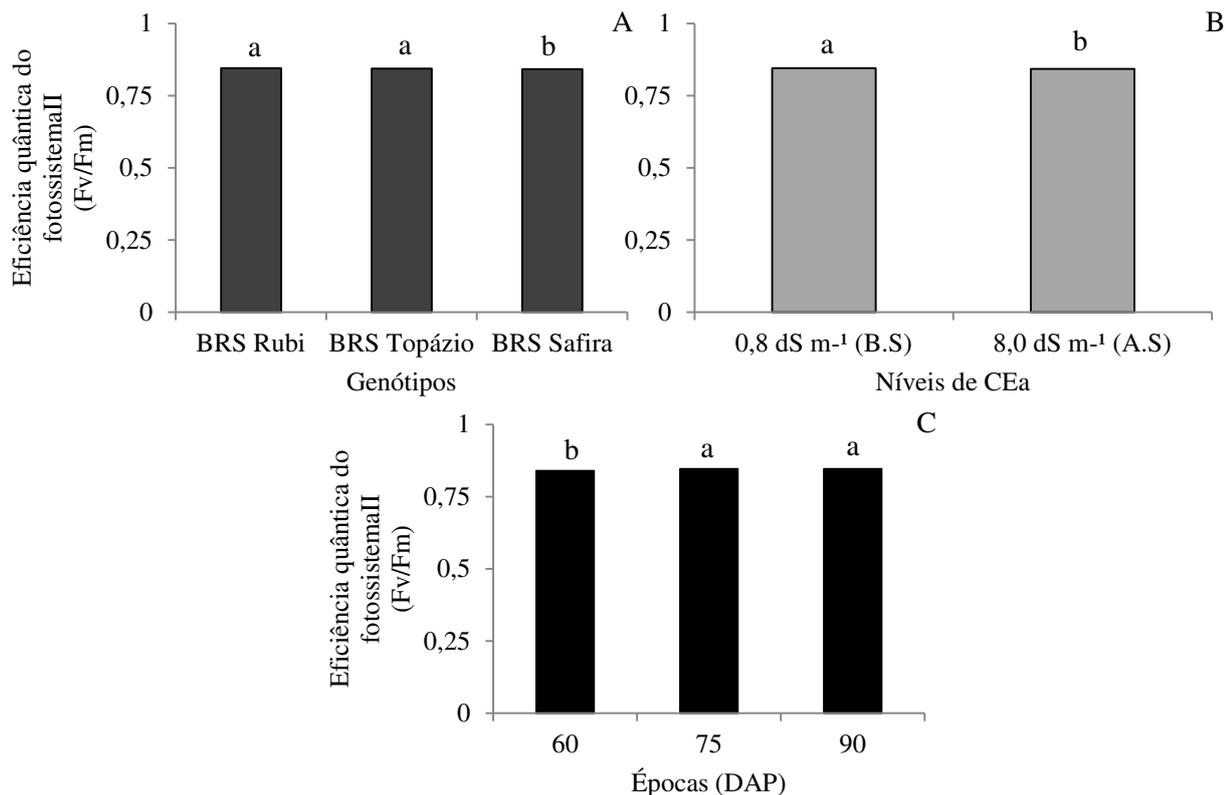


Figura 13. Teste de médias referente à eficiência quântica do FSII de genótipos de algodoeiro colorido (A), em função dos níveis de CEa (B) e das épocas (C). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

5.3.2.5. Relação Fv/Fo

A relação Fv/Fo é um indicativo da eficiência máxima do processo fotoquímico no FSII e/ou da atividade fotossintética potencial, em geral, devendo os valores estarem entre 4 e 6 (ZANANDREA et al., 2006). Para esta razão, as médias estão, igualmente, dentro da faixa normal preconizada por esses autores, seguindo a mesma tendência da relação Fv/Fm; na ‘BRS Safira’ foi verificada a menor média - 5,31 (Figura 14A). Constata-se (Figura 14B) incremento da relação Fv/Fo ao longo das épocas.

A relação Fv/Fo também é recomendada para detectar mudanças induzidas pelo estresse nos vegetais pois amplifica as pequenas variações detectadas pela razão Fv/Fm (LICHTENTHALER et al., 2005).

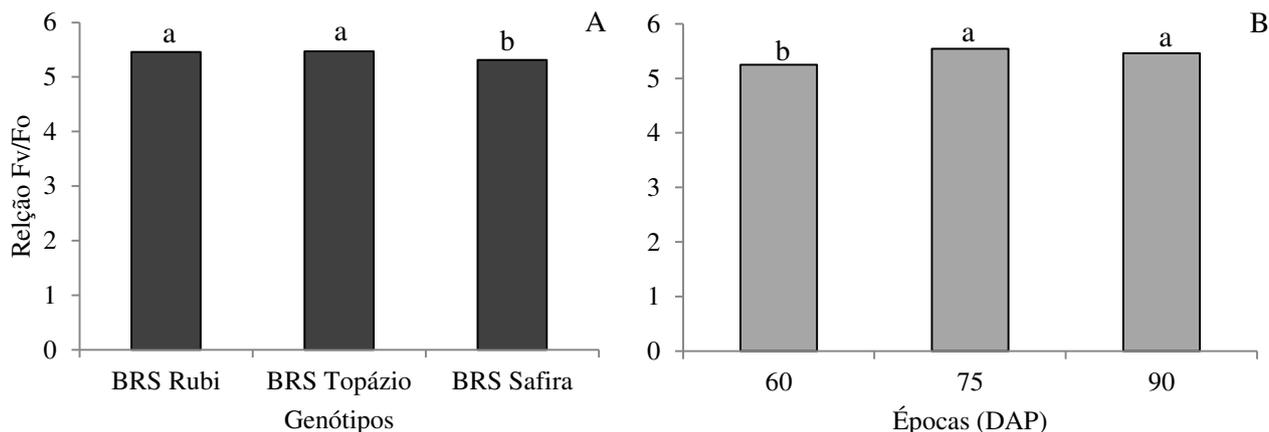


Figura 14. Teste de médias referente à relação Fv/Fo de genótipos de algodoeiro colorido (A), em função das épocas (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

5.3.2.6. Relação Fo/Fm

A relação Fo/Fm é tida como a produção quântica fotoquímica efetiva do FSII ou eficiência de transporte de elétrons do FSII, por quantum absorvido pelo complexo FSII ou, ainda, produção quântica da conservação de energia fotoquímica no FSII, eficiência atual, dentre outras definições encontradas na literatura (ROHÁCEK, 2002; ZANANDREA et al., 2006), salientando que a avaliação deste parâmetro é de grande utilidade pois seu aumento é indicativo de estresse, situando-se a faixa de valores em condições normais, entre 0,14 e 0,20 (ROHÁCEK, 2002).

Contrariamente aos resultados obtidos nas variáveis de fluorescência discutidas anteriormente, percebem-se menores valores médios da relação Fo/Fm nos genótipos ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Topázio’, em relação à ‘BRS Safira’, na qual foi estimada maior relação Fo/Fm; no entanto, os decréscimos variaram de 0,154 a 0,159 (Figura 15A).

Quando expostas ao maior nível de CEa (Figura 15 B), nota-se que as plantas elevaram a razão Fo/Fm para 0,158, enquanto que naquelas pertencentes ao tratamento B.S. a razão foi igual a 0,154. Por conseguinte, avalia-se que a salinidade influenciou as plantas de algodoeiro embora com incremento de apenas 1,76%. Trabalhando com genótipos de gergelim submetidos a estresse salino, Brito et al. (2014) também observaram aumento da relação Fo/Fm quando as plantas foram submetidas a estresse salino.

Em função das Épocas (Figura 15C), diferentemente das demais variáveis de fluorescência, a razão Fo/Fm veio a decrescer, de 0,16, aos 60 DAP para uma média de 0,15 aos 75 e 90 DAP.

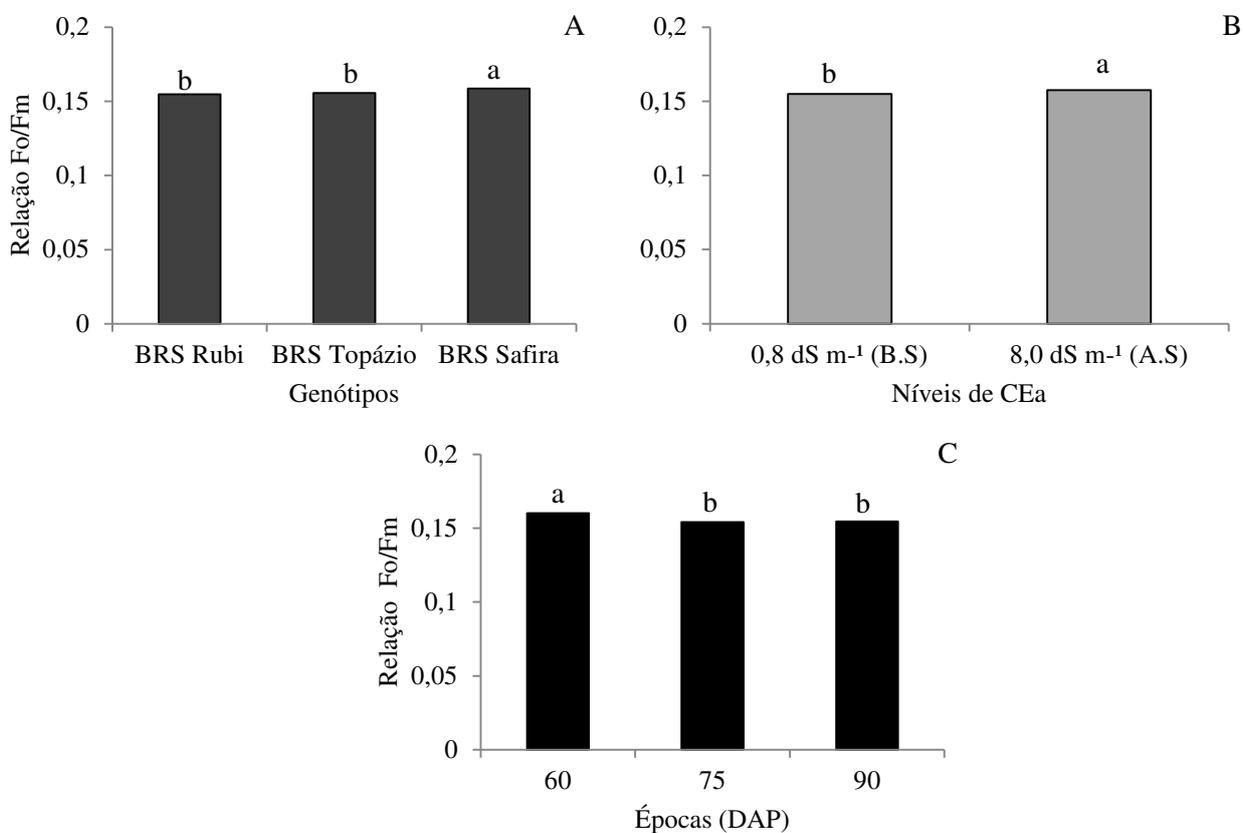


Figura 15. Teste de médias referente à relação Fo/Fm de genótipos de algodoeiro colorido (A), em função dos níveis de CEa (B) e das épocas (C). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

5.4. Fitomassa

Apresenta-se na Tabela 11, o resumo da análise de variância para a produção de fitomassa (g por planta), identificando-se efeito significativo ($p < 0,01$) apenas para o fator Níveis de CEa, nas variáveis fitomassa das folhas (FSF), fitomassa do caule (FSC) e fitomassa da parte aérea (FSPA). Todavia, no primeiro ciclo deste trabalho, realizado por Soares (2014), diferenças significativas foram observadas nessas mesmas variáveis, para o fator Genótipos e Estratégias de manejo da salinidade, bem como na sua interação, o que não ocorreu neste segundo ciclo.

Tabela 11. Resumo da análise de variância para a fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC) e da fitomassa seca da parte aérea (FSPA) em genótipos de algodoeiro colorido (G) com baixo e alto nível da condutividade elétrica da água (NCEa).

Fator de Variação	GL	Quadrados Médios		
		FSF	FSC	FSPA
Genótipos (G)	2	11,047334ns	139,496103ns	58,103800ns
Níveis de CEa (NCEa)	1	263,341960**	4570,056488**	10925,644583**
G X NCEa	(2)	0,168121ns	68,775954ns	88,995932ns
Bloco	4	63,152708*	84,057138ns	331,014755*
Erro	20	16,093718	41,947620	142,291156
CV (%)		19,99	18,09	15,12
Média Geral		20,07347	35,80720	78,87437

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste 'F'; GL = grau de liberdade CV = coeficiente de variação

Na análise do efeito isolado do fator Níveis de CEa, por meio das médias presentes na Figura 16, verifica-se redução do acúmulo de fitomassa para as plantas irrigadas com água de alta salinização (A.S.). Plantas irrigadas sob baixo nível salino (0,8 dSm⁻¹) produziram 23,03 g de fitomassa foliar, enquanto que, sob 8,0 dSm⁻¹, este valor foi de apenas 17,11 gramas, um decréscimo 25,71%. Soares (2014) também verificou redução da fitomassa das folhas no primeiro ciclo, principalmente quando houve aplicação sucessiva de água com CE de 9,0 dSm⁻¹ em dois estádios fenológicos.

Reduções mais acentuadas foram notadas na FSC e na FSPA, devido ao acréscimo de sais na água (Figura 16), pois no tratamento com baixo nível salino (B.S.) o acúmulo de fitomassa do caule e da parte aérea atingiu 48,15 e 97,96 gramas por planta, respectivamente, enquanto que no outro tratamento houve declínio de produção em torno de 51,28% em FSC e de 38,96% em FSPA. Em seu trabalho com algodoeiro colorido BRS Verde sob estresse salino, Sousa Junior et al. (2005) citam que águas com concentração salina acima de 2,0 dS m⁻¹ provocam decréscimo linear na fitomassa da parte aérea do algodoeiro. Esses autores concluíram que a fitomassa da parte aérea é a variável mais afetada com o aumento da salinidade da água de irrigação, decrescendo 41,44% no nível de 5 dS m⁻¹, comparado com 2,0 dS m⁻¹.

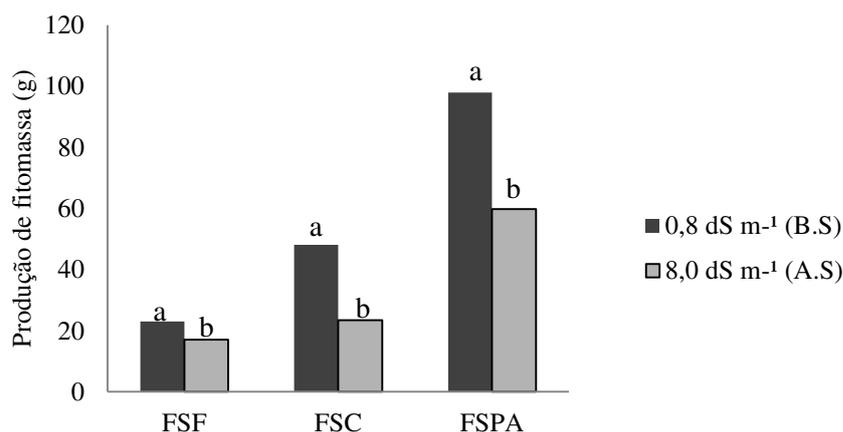


Figura 16. Teste de médias referente à fitomassa das folhas (FSF), fitomassa do caule (FSC) e fitomassa da parte aérea (FSPA) em função dos níveis de condutividade elétrica da água. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Por ser o acúmulo de fitomassa resultante do processo de crescimento denota-se neste trabalho, que os resultados obtidos na produção de fitomassa tiveram sintonia com aqueles encontrados nas análises de crescimento, principalmente, ao se relacionar fitomassa da folha com as variáveis de crescimento número de folhas e área foliar, reduzidas pelo estresse salino de maior nível de CEA. Por isso, a redução na produção de matéria seca sob determinado nível de salinidade, em relação ao ambiente sem excesso de sais, é usada como critério para a avaliação da tolerância ao estresse salino (SUASSUNA, 2013).

A redução na produção de fitomassa devido à salinidade foi verificada em gergelim (GALVÃO et al., 1998; SUASSUNA, 2013), mamoneira (OLIVEIRA et al., 2008) e em girassol (NOBRE et al., 2010; TRAVASSOS et al., 2011). Notoriamente, evidencia-se que tais resultados são comuns em várias espécies e em plantas oleaginosas, tal como foi evidenciado no algodoeiro no presente estudo.

5.5 Componentes de Produção

Observa-se, na Tabela 12, diferença significativa para os fatores ‘Genótipos’ e ‘Níveis de CEa’ sobre número médio de capulhos por planta, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma, ao final do experimento. Não foi notada interação entre os fatores de variação. No primeiro ciclo, ao estudar a produção dos genótipos de algodoeiro coloridos, Soares (2014) obteve, aos 113 DAS, efeito significativo, apenas, dos fatores isolados (estratégias de manejo da salinidade e genótipos) sobre a massa do algodão em caroço. O peso médio de capulhos por planta não foi afetado pelos fatores em estudo, com média geral de 1,03 gramas. Jácome et al. (2003a) verificaram, ao estudar o comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas, efeitos significativos para as variáveis peso médio de algodão em caroço e peso de pluma, tanto para níveis de salinidade quanto para a interação dos fatores genótipos e níveis de salinidade, contudo sem ocorrer diferenças entre os genótipos.

Tabela 12. Resumo da análise de variância para o número de capulhos por planta, peso do capulho, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma de genótipos de algodoeiro colorido (G) com baixo e alto nível da condutividade elétrica da água (NCEa) aos 180 DAP.

Fator de Variação	GL	Quadrados Médio			
		Número de Capulhos (NCap)	Peso do Capulho (PCap)	Massa do Algodão em Pluma (g por planta)	Massa do Algodão em Caroço (g por planta)
Genótipos (G)	2	12,844*	0,033 ^{ns}	396,900**	640,033**
Níveis de CEa (NCEa)	1	122,412**	0,033 ^{ns}	691,200**	4108,900**
G X NCEa	(2)	5,284 ^{ns}	0,033 ^{ns}	0,100 ^{ns}	23,493 ^{ns}
Bloco	4	1,213 ^{ns}	0,033 ^{ns}	7,050 ^{ns}	59,403 ^{ns}
Erro	20	3,584	0,033	6,590	36,276
CV (%)		9,80	17,67	10,03	9,16
Média Geral		19,320	1,033	25,600	65,75

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste ‘F’; GL = grau de liberdade CV = coeficiente de variação

5.5.1. Número médio de capulhos por planta (NCap)

Maior média de número de capulhos por planta (NCap) foi constatada na cultivar ‘BRS Rubi’, com 20,34 unidades, superando os demais genótipos em 11,01% e 4,03%,

em relação à ‘BRS Topázio’, que produziu 18,1 und e ‘BRS Safira’, com 19,52 und, respectivamente, não diferindo esta última da G1 e G2 (Figura 17 A).

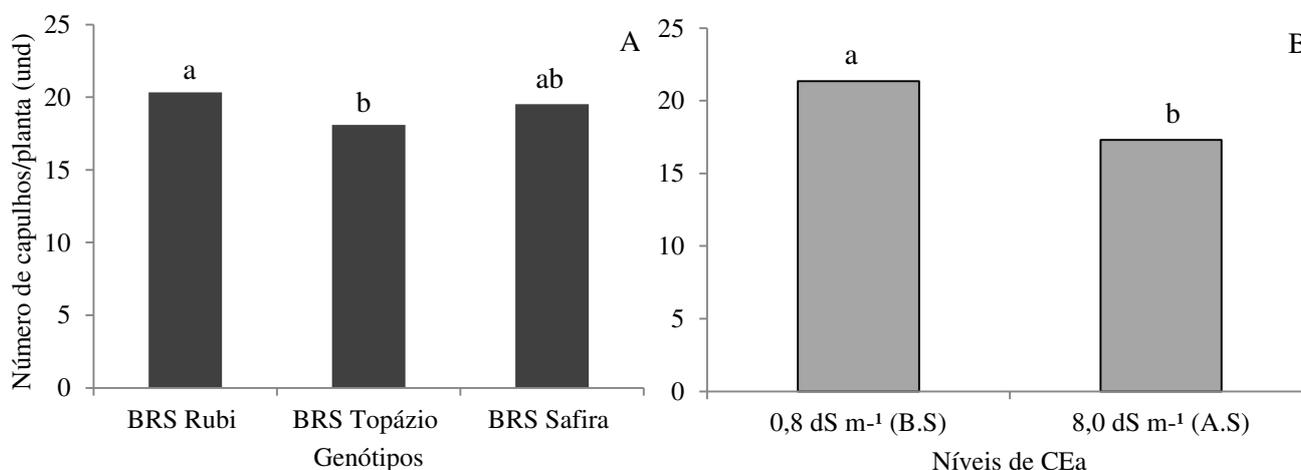


Figura 17. Teste de médias referente ao número médio de capulhos por planta em função dos genótipos de algodoeiro colorido (A) e dos níveis de CEA (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Conforme a Figura 17 B, houve redução de 18,3% em NCap, quando as plantas foram irrigadas com água de alta condutividade elétrica, em relação a $0,8 \text{ dSm}^{-1}$; fato esperado, devido aos efeitos dos íons salinos presentes na água de irrigação, sobre a fisiologia da planta, promovendo distúrbios metabólicos, já discutidos em variáveis anteriores. Tais efeitos resultaram em menor produção de capulhos e também na redução da área foliar (Tabela 5), o que, segundo Kramer (1969), implica na redução da superfície fotossintetizadora, diminuição na síntese de assimilados e, conseqüentemente, no rendimento da cultura do algodoeiro. Jácome et al. (2003a) comentam que, de maneira geral, o aumento da condutividade elétrica provoca redução significativa no número de capulhos por planta. Oliveira et al. (2012) constataram, estudando a produção do algodoeiro em função da salinidade, redução de 6,46% no número de capulhos por planta em resposta ao aumento da salinidade da água de irrigação.

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

5.5.2. Massa do algodão em pluma

Contrariamente ao número de capulhos produzidos por planta, percebe-se (Figura 18A), maior peso médio do algodão em pluma na ‘BRS Topázio’ (32,8 g por planta), superando os demais genótipos em mais de 30%. Não diferiram entre si as cultivares ‘BRS Rubi’, e ‘BRS Safira’, com médias de produção de 21,10 e 22,90 gramas de pluma por planta, respectivamente. A superioridade da ‘BRS Topázio’ nesta variável de produção pode ser relativa a uma maior ‘A’, já que houve, neste genótipo, maiores valores de ‘gs’ e ‘E’.

Independente da estratégia de manejo da salinidade adotada, Soares (2014) também observou, maiores valores em massa do algodão em pluma para a ‘BRS Topázio’, no primeiro ciclo da cultura, com peso médio máximo de 125,33 g por planta (irrigação com água de baixa salinização durante todo o ciclo) e peso médio mínimo de 45,67 g por planta, com água de 9,0 dS m⁻¹ usadas na irrigação durante as fases consecutivas de floração e formação de produção. Salienta-se, a superioridade dos valores de produção obtidos no primeiro ciclo, sobre os valores produzidos no segundo ciclo.

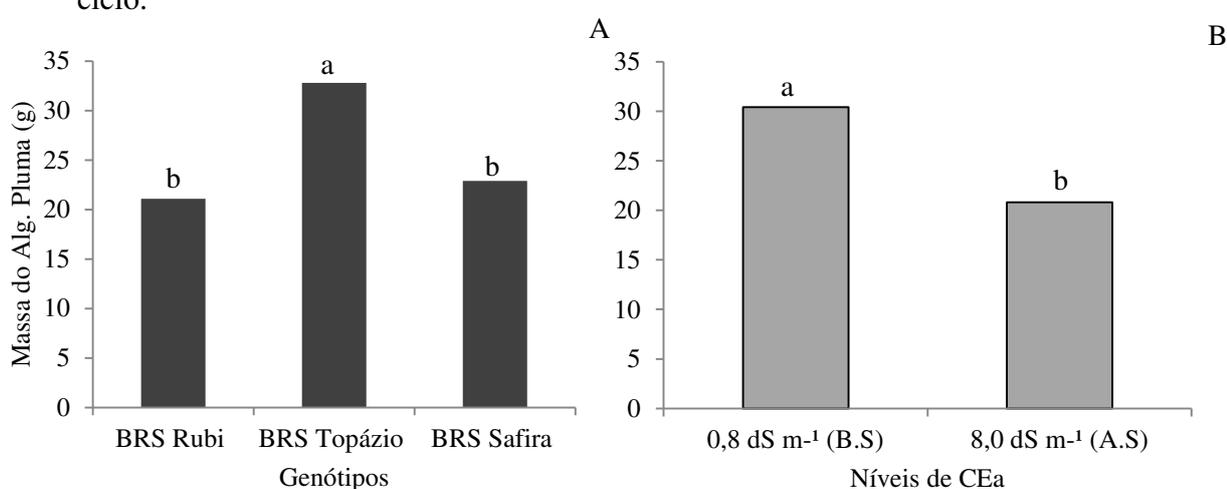


Figura 18. Teste de médias referente à massa do algodão em pluma em função dos genótipos de algodoeiro colorido (A) e dos níveis de CEA (B), ao final do ciclo de produção, 180 dias após a poda de regeneração. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Repetindo o que já foi comentado em variáveis discutidas anteriormente (crescimento, fisiologia, fitomassa), é notório o efeito prejudicial da água com alta concentração de sais nas plantas de algodoeiro. Sob alto nível salino a produção de algodão em pluma foi reduzida em 31,58%, com apenas, 20,8 gramas, em média, em

comparação às plantas do tratamento com $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ de CEa, que produziram 30,40 g por planta.

Soares (2014) obteve maiores médias de peso em pluma nas estratégias de manejo da salinidade em que utilizou água de abastecimento em todo o primeiro ciclo ou quando recebeu água salinizada apenas na fase vegetativa (combinações 1 e 2 – Quadro 1), plantas essas que foram utilizadas neste segundo ciclo, irrigadas com água de abastecimento (B.S.).

5.5.3. Massa do algodão em caroço

O genótipo ‘BRS Topázio’ também produziu o maior peso médio do algodão em caroço (73,96 g por planta), superando ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’ em 21,62% e 11,67%, respectivamente, não condizendo com o resultado observado para número de capulhos por planta (Figura 17), sendo notável que um maior número de capulhos, necessariamente, não induz a um maior peso de algodão, uma vez que, a cultivar BRS Rubi produziu o maior NCap, mas com menor valor médio da massa de algodão em caroço (Figura 19A).

Os resultados de massa de algodão em caroço se assemelham aos encontrados por Soares (2014) no primeiro ciclo produtivo, pois a ‘BRS Topázio’ acumulou maior peso do algodão em caroço, seguido de ‘BRS Safira’ e de ‘BRS Rubi’; todavia os valores foram, aproximadamente, três vezes maior que o produzido no segundo ciclo, já que aos 113 DAS (final do primeiro ciclo) a ‘BRS Topázio’ produziu 187,36 g por planta, a ‘BRS Rubi’ produziu 155,91 g por planta e a ‘BRS Safira’, 166,34 g por planta.

A produção do ciclo primário foi maior em 60,5% na ‘BRS Topázio’, 62,81% em ‘BRS Rubi’ e 60,72% na ‘BRS Safira’, quanto à produção das plantas do segundo ciclo. O fato de as plantas estarem no segundo ciclo de cultivo e terem sofrido uma poda pode ter relação com a diminuição de sua produção, além disso, seu cultivo em vasos pode ter inibido seu crescimento e, portanto, interferido na produção, por ser menor o volume de solo explorado pelo sistema radicular.

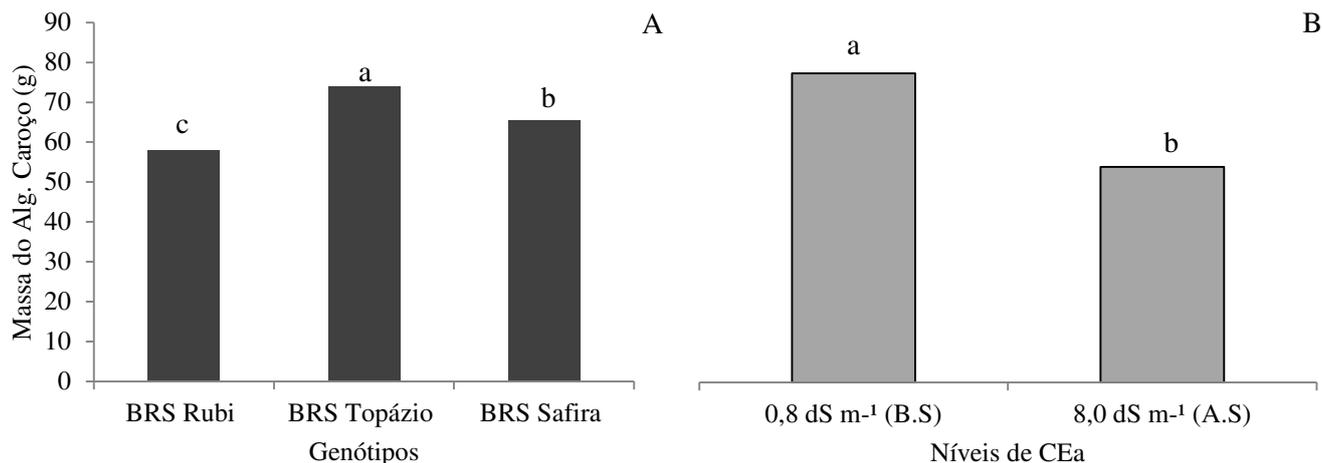


Figura 19. Teste de médias referente a massa do algodão em caroço em função dos genótipos de algodoeiro colorido (A) e dos níveis de CEa (B). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$

Na Figura 19B, observa-se o efeito negativo da salinidade sobre a massa do algodão em caroço, pois plantas cultivadas sob nível de salinização alta ($8,0 \text{ dSm}^{-1}$) acumularam 54,05 g por planta, ou seja, média inferior àquela cultivada com baixo nível salino (77,46 g por planta). A redução na produção do algodoeiro em consequência do aumento da CEa (decréscimo de 30,22%) pode ser atribuída à menor absorção de água pelas plantas ocasionada pelo estresse salino. Com resultados menos evidentes que o decréscimo ocorrido neste trabalho, Andrade (1996) constatou uma redução de 19% na produção em caroço de cultivares de algodoeiro em solo com 8 dS m^{-1} em relação a um solo com valor baixo de CE.

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

Estudando as diferentes estratégias de manejo da salinidade nesses mesmos genótipos do algodoeiro no primeiro ciclo de produção, Soares (2014) constatou que o tratamento da combinação 1 (A1B1C1) acumulou maior massa de algodão em caroço (253,09 g por planta), na comparação com as demais estratégias, de maneira que, as plantas irrigadas sob a combinação 7 (A1B2C2), que receberam água de CE $9,0 \text{ dSm}^{-1}$,

sucessivamente nas fases de floração e formação de produção, produziram menos algodão em caroço, com decréscimo de 58,24%, na relação com a combinação 1 (A1B1C1).

Esses resultados estão em conformidade com o ocorrido no presente trabalho (segundo ciclo), percebendo-se efeito negativo dos sais na produção das plantas de algodoeiro; esta, por sua vez, conseqüente dos efeitos salinos sobre a fisiologia da planta, provavelmente em decorrência de distúrbios metabólicos, sobremaneira em relação à absorção de água e nutrientes do solo pelas plantas (MEDEIROS, 1996; SILVA, 1996).

Outros autores obtiveram resultados similares, isto é, à medida que aumentavam os níveis de salinidade, reduziam-se os valores dos componentes de produção, como o peso médio do algodão em caroço e em pluma (JÁCOME et al., 2003a; OLIVEIRA et al., 2012; SIQUEIRA, 2003). Cavalcante et al. (2005) e Oliveira et al. (2012) observaram, ao estudar a produção do algodoeiro em função da salinidade, que a produção de algodão em caroço foi afetada com condutividades elétricas da água a partir de 3,1 dS m⁻¹ e 3,5 dS m⁻¹, respectivamente, para aqueles autores.

Em referência ao estudo das variáveis fisiológicas, Farquhar e Sharkey (1982) e Lima (1998) afirmam que a eficiência de carboxilação pode correlacionar-se, positivamente, com a capacidade produtiva das plantas, fato que veio a se confirmar neste trabalho, visto que, estudando as trocas gasosas, constatou-se maior valor da EIC nas plantas irrigadas com água de abastecimento, as quais obtiveram maior produção em peso de algodão em caroço (Figura 19B), comparando-se àquelas sob estresse.

Conforme Beltrão et al. (1997), dependendo da pluviosidade, da cultivar e da época de plantio, além de outros fatores, o ciclo secundário pode ser mais produtivo que o primário. Esses autores comentam, ainda, haver registros na literatura algodoeira, de dados em que, dependendo do ano anterior e da precipitação pluvial do segundo ano, o algodoeiro podado produz mais que o de primeiro ano, sendo mais precoce e menos custoso, pois várias operações deixam de existir, tais como, preparo do solo, uma limpa a menos, sementes etc.; todavia e em virtude da aplicação de água salinizada desde o primeiro ciclo da cultura até o final do segundo ciclo, as plantas não conseguiram maior produção que no ciclo primário; além disto e diferentemente da citação daqueles autores, a condução do presente experimento se deu em casa de vegetação, cultivadas as plantas em vasos, não obedecendo, necessariamente, a uma época de plantio adequada

nem tampouco, houve precipitação pluvial ou a utilização de uma cultivar que fosse comprovadamente ideal para um segundo ciclo; afinal, neste trabalho foram avaliados três genótipos, observando-se seu comportamento no que diz respeito a crescimento, fisiologia e produção, sob estresse salino.

Mesmo ocorrendo declínio em relação ao primeiro ciclo, é viável a produção pós-poda, tendo em vista a redução de insumos e sementes, por exemplo.

Embora não significativa estatisticamente, a interação G x NCEa, é importante se ressaltar o comportamento dos genótipos, quanto à salinidade imposta, a fim de se indicar qual cultivar é mais tolerável a sais, no tocante à variável massa média de algodão em caroço, uma das mais importantes componentes de produção da cultura. Na Tabela 13 estão as médias para o desdobramento da interação G x NCEa, verificando-se que, independente do tratamento salino imposto às plantas, o ‘BRS Topázio’ produziu o maior peso médio de algodão em caroço (83,90 g por planta na condição B.S. e 64,01 g por planta, sob 8,0 dSm⁻¹ - A.S.), dentre os demais genótipos, mostrando ser o mais tolerante ao alto nível de sais, sendo superior em 29,32 e 17,37% sobre G1 e G3, respectivamente.

É importante lembrar que embora o ‘BRS Rubi’ tenha obtido os melhores desempenhos no tocante a crescimento e aspectos fisiológicos das plantas de algodoeiro, sob alta salinização da água de irrigação, ele foi a cultivar que menos produziu massa de algodão em caroço, não se constituindo, portanto, em bom material, em termos produtivos, sob condições de alta salinidade ou não, no segundo ciclo produtivo, o que induz classificar a ‘BRS Topázio’, como o material genético mais tolerável à salinidade, pois pode garantir maior produção nesta condição abiótica.

Tabela 13. Teste de comparação de médias relativos ao desdobramento da interação entre genótipos e níveis de condutividade elétrica da água para a massa média do algodão em caroço (g por planta).

Genótipos	Níveis de CEa	
	0,8 dSm ⁻¹ (B.S.)	8,0 dSm ⁻¹ (A.S.)
BRS Rubi (G1)	70,07bA	45,24bB
BRS Topázio (G2)	83,90aA	64,01aB
BRS Safira (G3)	77,78abA	52,89bB

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha são indicativos de não haver diferença significativa entre genótipos nem entre níveis de CEa, respectivamente; B.S. = Baixa salinidade ou baixa CEa, com 0,8 dSm⁻¹ e A.S. = Alta salinidade ou alta CEa, com 8,0 dSm⁻¹

Segundo o critério de redução no rendimento relativo baseado no percentual de perda nos componentes de produção (massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma) sob alto nível salino (8,0 dS m⁻¹), comparado à condição de baixa salinidade; as culturas são classificadas em tolerantes (< 20%), moderadamente tolerantes (21 – 40%), moderadamente sensíveis (41 – 60%) e sensíveis (>60%) (FAGERIA e GHEYI, 1997), verificando-se que os três genótipos estudados são moderadamente tolerantes à salinidade de 8,0 dS m⁻¹ (Tabela 14).

Tabela 14. Resumo da avaliação da tolerância a salinidade com base no critério de rendimento relativo da produção em massa de algodão em caroço e da massa do algodão em pluma, segundo Fageria e Gheyi (1997).

Componentes de produção	Genótipos	Redução	Faixa de	Classificação
		Relativa (%)	Redução	
.....CEa de 8,0 dS m ⁻¹				
Massa do algodão em caroço	BRS Rubi	36,00	20 - 40	MT
	BRS Topázio	23,70	20 - 40	MT
	BRS Safira	31,99	20 - 40	MT
Massa do algodão em pluma	BRS Rubi	37,69	20 - 40	MT
	BRS Topázio	25,53	20 - 40	MT
	BRS Safira	34,06	20 - 40	MT

T – tolerante; MT – moderadamente tolerante; MS – moderadamente sensível e S – sensível à salinidade

6. CONCLUSÕES

- a) Em um segundo ciclo de cultivo de algodoeiros coloridos, sob alto nível salino, após poda de regeneração, as plantas rebrotam já em fase de florescimento e o ciclo se alonga;
- b) Alta condutividade elétrica da água reduz o número de folhas e a área foliar das plantas de algodoeiro, bem como, diminui a taxa de crescimento relativo, em termos de emissão e área foliar;
- c) As trocas gasosas são afetadas pela irrigação com água de alta salinidade, reduzindo-se a condutância estomática, a transpiração e a taxa de fotossíntese líquida;
- d) Os efeitos da poda e da salinidade não comprometem o aparato fotoquímico dos genótipos de algodoeiro;
- e) O alto nível salino afeta negativamente a produção de fitomassa, com maior efeito nocivo sobre a fitomassa do caule;
- f) Os genótipos BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira são classificados como moderadamente tolerantes à salinidade de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$;
- g) A produção de algodoeiros naturalmente coloridos é viável após a poda, sob alta salinidade, mesmo com decréscimos nos componentes de produção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.P.; SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil. In: BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. (Ed.). O agronegócio do algodão no Brasil. 2.ed. rev. amp. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.1035-1098, 2008.
- ALVES, E.C.; OLIVEIRA, T.B.; LUZ, L.M.; VILHENA, N.Q.; COSTA, R.C.L. Fotossíntese, transpiração e condutância estomática de plantas de pimentão submetidas a diferentes doses de N. In: Anais do 9º Seminário Anual de iniciação Científica, 2011.
- AL-KARAKI, G.N. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Scientia Horticulturae* 109: p.1-7. 2006.
- AMPASUL – Associação Sul Mato-Grossense dos Produtores de Algodão. História do Algodão. 2010. Disponível em:< <http://www.ampasul.com.br/institucional.php?tag=6>> Acesso em: 22 de janeiro de 2015.
- ANDRADE, R.M. Comportamento do algodoeiro sob duas formas de aplicação e diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. 1996. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- ASHRAF, M.; AHMAD, S. Genetic effects on yield components and fiber characteristics in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivated under salinized (NaCl) conditions. *Agronomie*.v.20, p.917-926, 2000.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J.A. A qualidade da água na irrigação do trópico semiárido - um estudo de caso. In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação. Recife: CNPq, SUDENE, p.147-153, 1995.
- AZEVEDO, P.V., RAO, T.V.R.; AMORIM NETO, M.S.; PEREIRA, J.R.C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MACIEL, G.F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28. n. 7, p. 863-870, 1993.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB. 218p. Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado, 1991.
- BACARIN, M.A.; MOSQUIN, P.R. Cinética de emissão de fluorescência das clorofilas de dois genótipos de feijoeiro. *Ciência Agrotécnica*, v.26, p.705-710, 2002.

- BAKER, N.R.; ROSENQVST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.
- BAKER, N.R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, p. 89-113, 2008.
- BARROSO, C.M.; FRANKE, L.B.; BARROSO, I.B. Substrato e luz na germinação das sementes de rainha-do-abismo. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.2, p.236-240, 2010.
- BATISTA, T.M.V. Fotossíntese e condutância estomática de tomate SM-16 e mariana cultivados com diferentes tipos de cobertura do solo. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 171p. 2011.
- BEDNARZ, C.W.; ROBERTS, P.M. Spatial yield distribution in cotton following early-season floral bud removal. *Crop Science*, v.41, p.1800-1808, 2001.
- BELTRÃO, N.E.M.; MAGALHAES, C.N.; VASCONCELOS, O. Deve-se ou não utilizar o algodão no 2º ano do seu ciclo (Vulgar Soqueira) tendo o bicudo como praga?. Comunicado Técnico. Embrapa Algodão. Nº59, p. 1-6, 1997.
- BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G.; PEREIRA, J.R. Potencialidades de alguns subprodutos do algodoeiro. I. fitomassa e seu subproduto principal, a celulose. (Comunicado Técnico, 114). Campina Grande, PB. 4p. 2000.
- BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G. Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro. In: Algodão: tecnologia de produção / Embrapa Algodão. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 35-53, 2001.
- BELTRÃO, N.E.M. Fisiologia da Produção do Algodoeiro. Circular Técnica 94. 2006.
- BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal: FUNESP, 41p. 2003.
- BESSEN, G. M. P.; GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M.; URBAN, M. L. P. Desenvolvimento da Produção de Têxteis de Algodão no Brasil. 1995. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/tec1-1295.pdf>> Acesso em: 22 de setembro de 2013
- BJÖRKMAN, O.; DEMMING, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. *Planta*, v.170, p.61-66, 1987.

- BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; LONG, S.P.; BAKER, N.R.; ÖQUIST, G.; SHUREIBER, U.E.; LECHNER, E.G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. *Functional Ecology*, v. 3, n. 1, p. 497 – 514, 1989.
- BRITO, K.Q.D.; SUASSUNA, J.F.; FERNANDES, P.D.; BRITO, K.S.A.; MAIA JÚNIOR, S.O., NASCIMENTO, N.V. Fluorescência da clorofila a em genótipos de gergelim sob estresse salino em estádios de desenvolvimento. II Inovagri International Meeting. Fortaleza – CE, 2014.
- BROWN, R.S.; OOSTERHUIS, D.M.; BOURLAND, F.M.; COKER, D.L. Removal of cotton fruit by chemical and physical means at insecticide termination to improve yields. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 2001, Memphis. Proceedings. Memphis: National Cotton Council, p.544-546, 2001.
- CABANERO, F.J., MARTINEZ, V., CARVAJAL, M. Does calcium determine water uptake under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium uptake. *Plant Science*, v.166, p.443-450, 2004.
- CAMPOSTRINI, E. Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas. 1997. Disponível em: <http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/CENTRO_pdf> Acesso em: 20 de novembro 2014.
- CARVALHO, P.P. Manual do algodoeiro. Lisboa: IITC, 282p. 1996.
- 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, Suplemento*. v. 09, p. 108-111, 2005.
- CHIARIELLO, N.R.; MOONEY, H.A.; WILLIAMS, K. Growth, carbon allocation and cost of plant tissues. In: PEARCY, R. W.; EHLERINGER, J. R.; MOONEY, H. A. (ed). *Plant Physiological Ecology: Fields and Instrumentation*. New York: Chapman and Hall, p. 328-365, 1991.
- COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Editora Moderna. 368 p. 1982.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Prospecção para safra 2012/13: algodão*. Brasília, DF. 2012. Disponível em: <

http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Algodao/27RO/App_Propespec%C3%A7%C3%A3o_safra_Algod%C3%A3o.pdf> Acesso em 21/08/2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. v.2. Safra 2014/2015, n.3. 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_12_10_08_51_33_boletim_graos_dezembro_2014.pdf> Acesso em 22/01/2015.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; NOBRE, R.G.; SANTOS, T.S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 04, p. 514-521, 2009.

COWAN, I.R.; TROUGHTON, J.H. The relative role of stomata in transpiration and assimilation. *Planta*, Berlin, 97(4): 325-336, 1971.

COWAN, I.R. Regulation of water use in relation to carbon gain in higher plants. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B.; ZIEGLER, H., eds. *Physiological plant ecology. II. Water relations and carbon assimilation. (Encyclopedia of plant physiology)*. v. 12B, p. 589-613, 1982.

CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T.; COELHO, E.F.; DIAS, A.T.E.; PAES, R.A. Produção e Partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro "cravo" submetido a estresse salino. *Rev. Bras. Frutic.*, 25: (3), p. 528-531, 2003.

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.

DEGUINE, J.P.; GOZE, E.; LECLANT, F. The consequences of late outbreaks of the aphid *Aphis gossypii* in cotton growing in Central Africa: towards a possible method for the prevention of cotton stickiness. *International Journal of Pest Management*, v.46, p.85-89, 2000.

DENG, S.H.; JIANG, G.Z.; PAN, X.K. Physiological and developmental effects of cotton plants after early squares removing and the mechanism of yield increase and good fiber quality. *Acta Agronomica Sinica*, v.17, p.401-408, 1991.

- DIAS, D.P.; MARENCO, R.A. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade e temperatura foliar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 3, p. 305-311, 2007.
- 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. Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar. Sistemas de Produção, 1. Versão Eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriclturaFamiliar/subprodutos.htm>. Acesso em: 18 jan. 2015.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Cultivo do algodão irrigado. Sistemas de Produção 3. 2ª edição. Versão Eletrônica. Set/2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 30 dez. 2013.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). Algodão Colorido: “Tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil”. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnico, 17). Campina Grande, PB, 2p. 2011.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas. 2ªed. Londrina: Editora Planta, 403p. 2006.
- FAGERIA, N.K.; GHEYI, H.R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Eds.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. p.365-385, 1997.
- FARQUHAR, G.D.; SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 33, p. 317-345, 1982.
- FAVARIN, J.L.; DOURADO NETO, D; GARCIA, A.G.; VILLA NOVA, N.A.; FAVARIN, M.G.G. Equações para estimativa do índice de área foliar para o cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.27, n. 6, p. 769-773, 2002.
- FERNANDES, P.D. Metabolismo do algodoeiro em ambientes adversos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Campina Grande - PB. Anais... CD Room, EMBRAPA, 2005.
- FERRAZ, R.L.S. Crescimento, fisiologia e produção do algodoeiro sob efeito do silício via foliar. Universidade Estadual da Paraíba. 130 f. Campina Grande, PB, 2012.

- FERREIRA, R.G.; TÁVORA, F.J.A.F.; HERNANDEZ, F.F.F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FERRI, M.G. *Fisiologia vegetal 1*. 2 ed. São Paulo: EPU, 362p. 1985.
- FLEXAS, J. RIBAS-CARBÓ, M.; DIAZ-ESPEJO, A.; GALMÉS, J.; MEDRANO, H. Mesophyll conductance to CO₂: current knowledge and future prospects. *Plant, Cell e Environment*, v. 31, n. 5, p. 602-628, 2008.
- FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- FLOWERS, T.J.; FLOWERS, S.A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agricultural Water Management*, v.78, n.1, p.15-24, 2005.
- FREIRE, J.L.O.; CAVALCANTE, L.F.; REBEQUI, A.M.; DIAS, T.J.; NUNES, J.C.; CAVALCANTE, I.H.L. Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.
- FRYXELL, P.A. Taxonomy and germplasm resources. In: KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. *Cotton*. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, p. 27-57, 1984.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: Fealq, 920p. 2002.
- GALVÃO, F.A.D.; DANTAS, J.P.; NASCIMENTO, J.S.; ALVES, A.G.C. Influência da salinidade do solo sobre o crescimento e o estado nutricional do gergelim (*Sesamum indicum* L.). *Agropecuária Técnica*, v. 19, n. 1/2, p. 23-29, 1998.
- GHEYI, H. Efeitos dos sais sobre as plantas. In: FAGEIRA, N. K. *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. 1997.
- GRIMES, D.W.; CARTER, L.M.A. Linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. *Agronomy Journal*, v. 61, n. 3, p. 477-479, 1969.

- IPA - Instituto Agronômico de Pernambuco. Algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* r.latifolium Hutch). Folder. 2009.
- JÁCOME, A.G.; OLIVEIRA, R.H.P.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SOUZA, A.P.; GONÇALVES, A.C.A. Crescimento de genótipos de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.25, n.2, p. 305-313, 2003.
- JÁCOME, A.G.; OLIVEIRA, R.H.; FERNANDES, P.D.; GONÇALVES, A.C.A. Comportamento produtivo de genótipo de algodão sob condições salinas. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 25, n. 01, p. 187-194, 2003(a).
- KIM, M.J.; OOSTERHUIS, D.M. Effect of upper-canopy square removal before and after NAWF=5 plus 350 heat units on carbon partitioning from upper-canopy leaves to bolls lower in the canopy. In: COTTON RESEARCH MEETING AND SUMMARIES OF RESEARCH IN PROGRESS, 1998. Fayetteville: University of Arkansas, (Special report, 188). p.174-176, 1998.
- 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.
- KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. *Botanical Review*, v.68, p.270-334, 2002.
- KRAMER, P.J. Plant and soil water relationships: a modern synthesis. Macgraw-Hill Book, 482p., 1969.
- KUSVURAN, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). *African Journal Agricultural Research*, v. 7, n. 5, p. 775-781, 2012.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. 1. ed. São Carlos: Rima Artes e Texto, 531 p. 2006.
- LAUCHLI, A. EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: TANJI, K.K. (ed). *Agricultural salinity assessment and management*. ASCE manuals and reports on engineering practice, c.6, p. 113-137, 1990.
- LICHTENTHALER, H.K.; BUSCMANN, C.; KNAPP, M. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease

- ratio RfD of leaves with the PAM fluorometer. *Photosynthetica*, v. 43, n. 3, p. 379-393, 2005.
- LIMA, D.U. Avaliação sazonal da produção de borracha e do metabolismo do carbono e do nitrogênio em plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) cultivadas em Lavras, Minas Gerais. 1998. 71 p. Dissertação (mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- LIMA, L.H.G.M. Qualidade fisiológica de sementes de genótipos de algodoeiro sob estresse salino. Dissertação. UFRN. Natal, RN. 44p. 2007.
- MAAS, E.V.; NIEMAN, R.H. Physiology of plant tolerance to salinity. In: Jung, G.A. (ed.). *Crop tolerance to sub-optimal land conditions*. Madison: American Society of Agronomy, cap 1. p.277-279. Special publication, 32. 1978.
- MACHADO, D.F.S.P.; MACHADO, E.C.; MACHADO, R.S; RIBEIRO, R.V. Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas gasosas e na atividade fotoquímica de laranjeira ‘valência’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 2, p. 351-359, 2010.
- MAGALHÃES, I.D. Eficiência fotoquímica e rendimento de pinhão manso irrigado com águas salinizadas. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, PB. 54p. 2012.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Algodão. 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>> Acesso em 22/08/2013.
- MARINHO, F.J.L.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; NETO, M.F.; Alterações fisiológicas em coqueiro irrigado com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 5, p. 370-374, 2005.
- MARTINEZ, V.; LAUCHLI, A. Salt-induced of phosphate-leptake in plants of cotton. *New phitol.*, Cambridge, v. 126, n. 4, p. 609-614,1994.
- MAXWELL, K.; JOHNSON, G.N. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. *Journal Experimental Botany*, v. 51, n. 345, p. 659-668, 2000.
- MEDEIROS, J.F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos estados do RN, PB e CE. 1996. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, PB, 1996.

- MEDEIROS, J.F.; DIAS, N.S.; BARROS, A.D. Manejo da irrigação e tolerância do meloeiro a salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 03, n. 03, p. 242-247, 2008.
- MELO, A.S.; SILVA JÚNIOR, C.D.; FERNANDES, P.D.; SOBRAL, L.F.; BRITO, M.E.B.; DANTAS, J.D.M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3, p. 733-741, 2009.
- MELO, A.S.; SUASSUNA, J.F.; FERNANDES, P.D.; BRITO, M.E.B.; SUASSUNA, A.F.; AGUIAR NETO, A.O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.
- MIRISOLA FILHO, L.A. Tolerância de sete cultivares de mangueira ao estresse salino. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 129p. 2003.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, Canberra, p. 645-663, 2005.
- MUNNS, R.; JAMES, R.A. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant and Soil*, v.253, n.1, p.201–218, 2003.
- NAVARRO, J.M.; GARRIDO, C.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. *Plant Growth Regulators*, v.41, p.237-245, 2003.
- NERY, A.R. Crescimento e desenvolvimento do pinhão manso irrigados com águas residuária e salinizada – Segundo ciclo de produção. (Tese de doutorado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2011.
- NEVES, L.L.M.; SIQUEIRA, D.L.; CECON, P.R.; MARTINEZ, C.A.; SALOMÃO, L.C.C. Crescimento, trocas gasosas e potencial osmótico da bananeira "Prata" submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.24, n.2, p.524-529, 2002.
- NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão de corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3 p.758-765, 2009.

- 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.
- NUNES FILHO, J. Comportamento de duas cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. Raça latifolium Hutch.) em função da salinidade e umidade do solo. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP, 96p., 1993.
- OBASI, M.O.; MSAAKPA, T.S. Influence of topping, side branch pruning and hill spacing on growth and development of cotton (*Gossypium barbadense* L.) in the southern Guinea savanna location of Nigeria. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, v.106, p.155-165, 2005.
- 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, A.C.M.; SUASSUNA, J.F.; FERNANDES, P.D.; NASCIMENTO, R.; BRITO, K.S.A.; SOARES FILHO, W.S. Estudo do teor relativo de clorofila em porta-enxertos de citros em tubetes, sob níveis de estresse salino. 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37085/1/id27290pdf2752.pdf>> Acesso em: 20/08/2013.
- OLIVEIRA, F.A. MEDEIROS, F.A.; OLIVEIRA, F.R.A.; FREIRE, A.G.; SOARES, L.C.S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 279-287, 2012.
- PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v.25, n.1, p.161-169, 2005.
- PARIDA, A.K.; DAS, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.
- PEREIRA, M.N.B.; AZEVEDO, N.C.; FERNANDES, P.D.; AMORIM NETO, M.S. Crescimento e desenvolvimento de duas cultivares de algodoeiro herbáceo em baixos níveis de umidade no solo, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 1, p. 1-7, 1997.

- PEREIRA, E.R.L. Tolerância de genótipos do algodão colorido ao estresse salino. (Dissertação de Mestrado). 105f. Universidade Federal da Paraíba e Embrapa Algodão. Campina Grande, PB, 2012.
- PERES, L.E.P.; KERBAUY, G.B. Citocininas. In: Fisiologia vegetal, ed. Kerbaury, G.B. Guanabara, Rio de Janeiro, p.250-278. 2004.
- PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. Rio de Janeiro: Edur, 191 p. 2004.
- POSADA, F.C.; OLMOS, J.E.P.; ULRICHS, C. Crecimiento y eficiencia fotoquímica del fotosistema II en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) afectadas por la calidad de la luz: Implicaciones agronómicas. Revista U. D. C. A Actualidad & Divulgación Científica, v. 14, n. 2, p. 43-53, 2011.
- QUEIROZ, S.O.P.; BÜLL, L.T. Comportamento de genótipos de algodão herbáceo em função da salinidade do solo, 2001. Revista Irriga, v. 6, n. 2, p. 124- 134, 2001.
- RASCHKE, K. Movements using turgor mechanisms. In: HAUPT, W. & FEINLEIB, M.E., eds. Physiology of movements. (Encyclopedia of plant physiology). v. 7, p.383-441, 1979.
- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, Q.M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992. 133p. (Irrigation and Drainage Paper, 48).
- RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. Uso de águas salinas na produção agrícola. UFPB, 117 p., 2000.
- RIBEIRO, M.C.C.; MARQUES, B.M.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus L.*). Revista Brasileira de Sementes, v. 23, n. 1, p. 281-284, 2001.
- RIBEIRO, R.V. Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranjeira “Valência”. Piracicaba, 2006. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia / Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; SANTOS, M.G.; OLIVEIRA, R.F. Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. Photosynthetica, v. 47, n.2, p. 215-222, 2009.

- RICHARDS, L.A. Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos. (Manual da Agricultura, 60) 6ª ed. México, 160 p., 1980.
- ROBINSON, M. F.; VÉRY, A. A.; SANDERS, D.; MANSDFIELD, T.A. How can stomata contribute to salt tolerance? *Annals of Botany*, v. 80, p. 387-393, 1997.
- ROCHA, M.S.; MATA, M. E. R. M. C.; CARVALHO, J. M. F. C.; LOPES, K. P. Crioconservação de sementes de algodão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 3, p. 312–318, 2009.
- ROHÁČEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. *Photosynthetica*, v. 40, n. 1, p. 13-29, 2002.
- RUBIO, J.S.; GARCIA-SANCHEZ, F.; RUBIO, F.; MARTINEZ, V. Yield, blossom end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K⁺ and Ca²⁺ fertilization. *Scientia Horticulturae* 119: p. 79-87. 2009.
- SANTOS, R.F.; KOURY, J.; SANTOS, J.W. O Agronegócio do algodão crise e recuperação no mercado brasileiro da matéria-prima agrícola. In: BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. (Org.). *O agronegócio do algodão no Brasil*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, p.31-60, 2008.
- SCHOLES, J.D.; HORTON, P. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence: Simultaneous measurements. In: *Methodes in comparative plant ecology*. Chapman e Hall, London, 252p., 1993.
- SHANNON, M.C.; GRIEVE, C.M. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Science Horticulture*, v.78, p.5-38, 1999.
- SILVA, G.A. Efeito do estresse salino sobre o crescimento, estado hídrico e nutricional do algodão. 1996. Trabalho de Graduação. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1996.
- SILVA, M.M.P.; VASQUEZ, H.M.; BRESSANSMITH, R.; SILVA, J.F.C.; ERBESDOBLER, E.D.; ANDRADE JÚNIOR, P.S.C. Eficiência fotoquímica de gramíneas forrageiras tropicais submetidas à deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 1, p. 67-74, 2006.
- SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAUJO, F.P.; MELO, N.F.; AZEVEDO NETO, A.D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany*, v.63, p. 147-157, 2008.

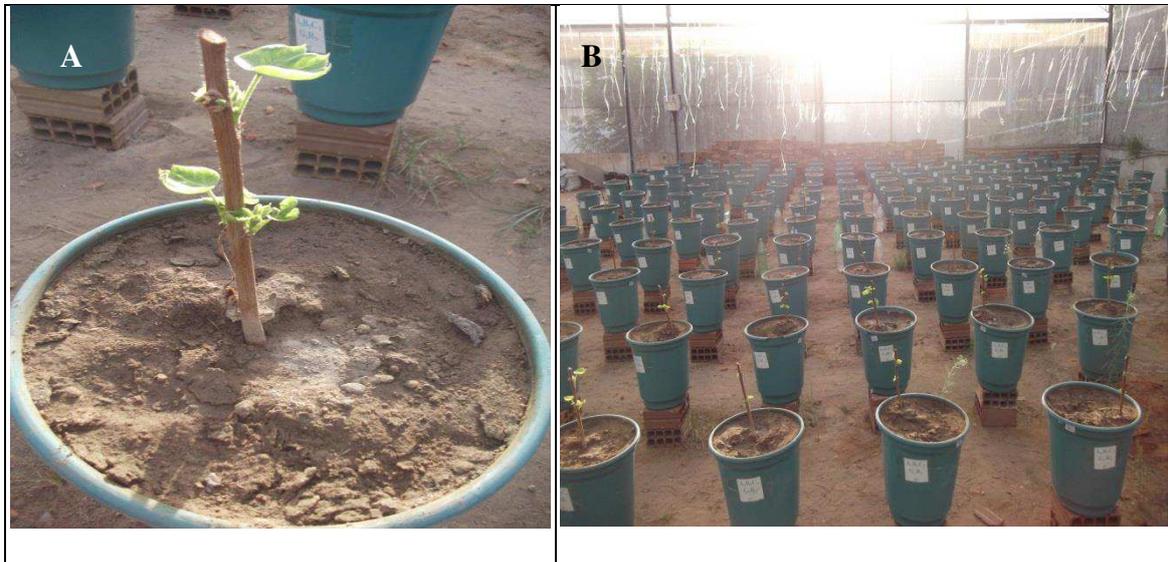
- SILVA, E.N.; RIBEIRO, R.V.; SILVA, S.L.; VIEGAS, R.A.; ILVEIRA, J.A.G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. *Scientia Agricola*. v. 68, n. 1, p. 62-68, 2011.
- SILVEIRA, J.A.G.; SILVA, S.L.F.; SILVA, E.N.; VIÉGAS, R.A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (editores). *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. 1. ed. Fortaleza: INCTSal. p. 161-18, 2010.
- SILVIE, P.J.; RENO, A.; BADJI, C.A. Controle das pragas do algodão por práticas culturais e manipulação do habitat. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.10, p.1183-1196, 2006.
- SIQUEIRA, E.C. Crescimento e produção do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26 sob estresse salino. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. 2003.
- SIQUEIRA, E.C.; GHEYI, H.R.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, A.L.; BARROS JUNIOR, G.; CAVALCANTI, 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.263-267, 2005.
- SOARES, J.; BUSOLI, A.C.; YAMAMOTO, P.T.; BRAGA SOBRINHO, R. Efeitos de práticas culturais de pós-colheita sobre populações do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843. Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.29, n.3, p.375-379, 1994.
- SOARES, J.J.; BUSOLI, A.C. Efeitos reguladores de crescimento vegetal nas características agrônômicas do algodoeiro e no controle de insetos. Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.31, n. 1, p. 37-41, 1996.
- SOARES, J.J. Fitorreguladores e remoção da gema apical no desenvolvimento do algodoeiro. *Scientia Agricola*, v. 56, n.3, p. 627-630, 1999.
- SOARES, J.J.; SILVA, O.R.R.F.; BELTRÃO, N.E.M.; RIBEIRO, V.G.; NASCIMENTO, A.R.B. Viabilidade da poda em algodoeiro *Gossypium hirsutum* L. no Vale do Yuyu – Bahia. VI Congresso Brasileiro de Algodão. 2007.

- SOARES, L.A.A. Tolerância do algodoeiro colorido ao estresse salino em diferentes estádios de desenvolvimento. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. UFCG, 2014.
- SOUSA JUNIOR, S.P.; SOARES, F.A.L.; SIQUEIRA, E.C.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS Verde sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, (Suplemento), p.236-241, 2005.
- SOUSA JUNIOR, S.P.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; 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, Espírito Santo do Pinhal*, v. 5, n. 1, p. 28-46, 2008.
- STROGONOV, B.P. Physiological basis of salt tolerance of plants as affected by various types of salinity. Jerusalem, Israel: Israel Program for Scientific Translation Ltda. 279p., 1964.
- SUASSUNA, J.F.; MELO, A.S.; SOUSA, M.S.S., COSTA F.S., FERNANDES, P.D.; PEREIRA, V.M.; BRITO, M.E.B. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de Híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 566-571, 2010.
- SUASSUNA, J.F.; MELO, A. S.; COSTA, F.S.; FERNANDES, P.D.; FERREIRA, R.S.; SOUZA, M.S.S. Eficiência fotoquímica e produtividade de frutos de meloeiro cultivado sob diferentes lâminas de irrigação. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 4, p. 1251-1262, 2011.
- SUASSUNA, J.F. Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse salino. (Tese Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2013.
- SUNDARAMURTHY, V.T. The integrated insect management system and its effects on environment and productivity of cotton. *Outlook on Agriculture*, v.31, p.95-105, 2002.
- TAIZ, T.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4ª ed, Porto Alegre: ArtMed, 819p., 2009.
- TESTER, M., DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, n.5, p.503-527, 2003.

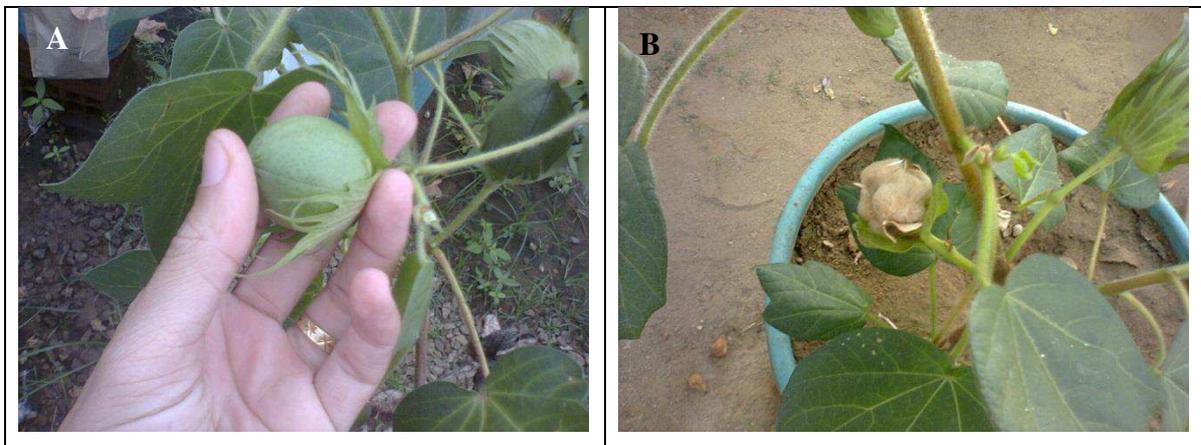
- TRAVASSOS, K.D.; SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; SILVA, D.R.S.; NASCIMENTO, A.K.S.; DIAS, N.S. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 4, p. 371-376, 2011.
- UYEDA, C.A.; GURGEL, M.T.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; FERNANDES, P.D. Produtividade de duas cultivares de meloeiro irrigadas com água de alta e baixa salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, (Suplemento), p.318-321, 2005.
- VALE, L.S.; MIRANDA, M.F.A.; JUNIOR, R.R.N.; SILVA, M.I.L.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J. Efeito da salinidade na cultura do algodoeiro herbáceo. Congresso Brasileiro de Algodão, 5, 2005. Disponível em:<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/211.pdf> Acesso em: 01/09/2014
- VIDAL NETO, F.C.; ANDRADE, F.P.; SILVA FILHO, J.L.; CARVALHO, L.P. BRS Topázio. 2010. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/item/18954/1/Algodao-Colorido-Topazio.pdf>.> Acesso em: out. 2013.
- VIDAL NETO, F.C.; FREIRE, E.C. Melhoramento genético do algodoeiro. In: VIDAL NETO, F.C.; CAVALCANTI, J. J. V. (Ed.). Melhoramento genético de plantas no Nordeste. Brasília, DF: Embrapa, Cap. 3. p. 49-83, 2013. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100490/1/CLV13032.pdf>> Acesso em: dez./2014.
- WATTS, M.R.D. A poda do algodoeiro mocó. Pesquisa Agropecuária do Nordeste. Recife, PE. 1970.
- ZANANDREA, I.; NASSI, F.L.; TURCHETTO, A.C.; BRAGA, E.J.B.; PETERS, J.A.; BACARIN, M.A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 12, n. 2, p. 157-161, 2006.
- YOSHIDA, K. Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance. *Journal Bioscience Bioengineering*, Osaka, v.94, n.4, p.585–590, 2002.

8. APÊNDICE

Apêndice 8.1 Detalhe da poda e início de brotação (A) e vista geral do experimento, no segundo ciclo de cultivo do algodoeiro (B), 6 dias após a poda.



Apêndice 8.2 Detalhe da maçã (A) e do 1º capulho aberto aos 75 DAP (B).



Apêndice 8.3 Análise química dos solos após cultivo com os genótipos de algodoeiro colorido ('BRS Rubi', 'BRS Topázio', 'BRS Safira') submetidos ao estresse salino em diferentes estádios de desenvolvimento, no PRIMEIRO CICLO DE PRODUÇÃO, conforme dados de Soares (2014).

8.3.1 Análise química do solo após cultivo com o genótipo de 'BRS Rubi' submetido a diferentes estratégias de manejo da salinidade.

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

Fonte: SOARES, 2014.

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

Estratégias de manejo: A1, B1, C1: sem salinidade e A2, B2, C2: com salinidade nas fases

8.3.2 Análise química do solo após cultivo com o genótipo de ‘BRS Topázio’ submetido a diferentes estratégias de manejo da salinidade.

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

Fonte: SOARES, 2014.

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

Estratégias de manejo: A1, B1, C1: sem salinidade e A2, B2, C2: com salinidade nas fases

8.3.3 Análise química do solo após cultivo com o genótipo de ‘BRS Safira’ submetido a diferentes estratégias de manejo da salinidade.

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

Fonte: SOARES, 2014.

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

Estratégias de manejo: A1, B1, C1: sem salinidade e A2, B2, C2: com salinidade nas fases

Apêndice 8.4. Análise química dos solos após cultivo com os genótipos de algodoeiro colorido ('BRS Rubi', 'BRS Topázio', 'BRS Safira') sob estresse salino, no SEGUNDO CICLO DE PRODUÇÃO após a poda.

8.4.1 Análise química do solo após cultivo com o genótipo de 'BRS Rubi' sob irrigação com baixa salinidade – 0,8 dS m⁻¹ (B.S.) e alta salinidade - 8,0 dS m⁻¹ (A.S.) no segundo ciclo de produção após a poda.

Atributos Químicos	0,8 dS m ⁻¹ (B.S.)				8,0 dS m ⁻¹ (A.S.)		
	A1B1C1*	A2B1C1*	A1B2C1*	A2B2C1*	A1B1C2*	A2B1C2*	A1B2C2*
	Valor/Resultado						
Cálcio (mmol _c dm ⁻³)	1,05	1,66	1,54	1,09	2,19	2,14	2,03
Magnésio (mmol _c dm ⁻³)	3,16	1,73	2,05	2,11	2,34	1,85	1,52
Sódio (mmol _c dm ⁻³)	0,44	0,62	0,44	0,75	4,67	5,50	4,50
Potássio (mmol _c dm ⁻³)	0,18	0,18	0,58	0,18	0,53	0,53	0,50
S (mmol _c dm ⁻³)	4,83	4,19	4,61	4,13	9,73	10,02	8,55
Hidrogênio (mmol _c dm ⁻³)	1,99	1,66	2,12	1,32	1,60	1,15	1,28
Alumínio (mmol _c dm ⁻³)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
T (mmol _c dm ⁻³)	7,02	6,05	6,93	5,65	11,53	11,37	10,03
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico (%)	0,36	0,39	0,43	0,43	0,74	0,32	0,61
Matéria Orgânica (%)	0,62	0,67	0,74	0,74	1,27	0,55	1,05
Nitrogênio (%)	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07	0,03	0,00
Fósforo Assimilável (mg/100 g)	3,87	3,87	3,88	3,87	3,87	3,87	3,87
pH H ₂ O (1:2,5)	5,37	5,40	5,28	5,43	5,20	5,10	5,20
Cond. Elétrica (Suspensão Solo-Água) (dS m ⁻¹)	0,21	0,31	0,34	0,44	2,16	2,92	2,20
pH (Extrato de Saturação)	4,96	5,20	4,97	5,07	4,71	4,63	4,80
Cond. Elétrica (Extrato de Saturação) (dS m ⁻¹)	1,86	2,23	1,38	2,93	16,290	19,32	14,19
Cloreto (mmol _c L ⁻¹)	12,50	19,25	9,00	27,25	153,50	185,75	146,50
Carbonato (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato (mmol _c L ⁻¹)	1,80	2,10	1,70	1,60	2,50	2,00	2,40
Sulfato (mmol _c L ⁻¹)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Cálcio (mmol _c L ⁻¹)	2,00	2,62	2,00	4,12	24,00	35,50	23,00
Magnésio (mmol _c L ⁻¹)	5,50	7,00	5,25	7,00	22,00	39,00	30,75
Potássio (mmol _c L ⁻¹)	0,70	0,56	0,54	0,77	4,75	5,64	4,58
Sódio (mmol _c L ⁻¹)	10,10	11,94	11,94	18,38	91,06	14,70	85,54
Porcentagem de Saturação (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Relação de Adsorção de Sódio	5,23	5,45	6,28	7,79	19,01	24,10	16,54
PSI	6,26	10,25	6,34	13,27	40,50	48,37	44,80
Salinidade	Não Salino	Ligeira	Não Salino	Ligeira	Muito Forte	Muito Forte	Forte
Classe do Solo	Normal	Normal	Normal	Normal	Salino Sódico	Salino Sódico	Salino Sódico

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

*tratamentos do primeiro ciclo do algodoeiro, em que as plantas foram utilizadas no experimento atual (segundo ciclo), conforme os tratamentos de níveis de CEa.

8.4.2 Análise química do solo após cultivo com o genótipo de ‘BRS Topázio’ sob irrigação com baixa salinidade – 0,8 dS m⁻¹ (B.S.) e alta salinidade - 8,0 dS m⁻¹ (A.S.) no segundo ciclo de produção após a poda.

Atributos Químicos	0,8 dS m ⁻¹ (B.S.)				8,0 dS m ⁻¹ (A.S.)		
	A1B1C1*	A2B1C1*	A1B2C1*	A2B2C1*	A1B1C2*	A2B1C2*	A1B2C2*
	Valor/Resultado						
Cálcio (mmol _c dm ⁻³)	1,64	1,78	1,79	1,09	1,83	1,94	2,28
Magnésio (mmol _c dm ⁻³)	2,56	1,89	1,55	2,11	2,50	1,98	2,45
Sódio (mmol _c dm ⁻³)	0,81	0,47	0,67	0,75	5,13	4,95	5,78
Potássio (mmol _c dm ⁻³)	0,19	0,21	0,19	0,18	0,53	0,50	0,47
S (mmol _c dm ⁻³)	5,20	4,35	4,20	4,13	9,99	9,38	10,98
Hidrogênio (mmol _c dm ⁻³)	1,63	1,12	2,45	1,32	1,96	1,50	1,27
Alumínio (mmol _c dm ⁻³)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20
T (mmol _c dm ⁻³)	7,03	5,67	6,85	5,65	11,95	11,08	12,45
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico (%)	0,63	0,68	0,36	0,43	0,34	0,71	0,27
Matéria Orgânica (%)	1,08	1,17	0,62	0,74	0,58	1,22	0,46
Nitrogênio (%)	0,06	0,06	0,03	0,04	0,03	0,07	0,02
Fósforo Assimilável (mg/100 g)	3,87	3,87	3,88	3,87	3,87	3,87	3,87
pH H ₂ O (1:2,5)	5,47	5,28	5,24	5,43	5,18	5,15	5,20
Cond. Elétrica (Suspensão Solo-Água) (dS m ⁻¹)	0,38	0,22	0,34	0,44	2,46	2,60	2,83
pH (Extrato de Saturação)	5,20	5,06	4,93	5,07	4,70	4,70	4,70
Cond. Elétrica (Extrato de Saturação) (dS m ⁻¹)	2,94	1,32	2,45	2,93	16,26	17,62	19,36
Cloreto (mmol _c L ⁻¹)	25,50	11,50	20,75	27,25	149,00	165,25	187,50
Carbonato (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
Bicarbonato (mmol _c L ⁻¹)	14,25	1,40	2,00	1,60	1,50	1,90	2,00
Sulfato (mmol _c L ⁻¹)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Cálcio (mmol _c L ⁻¹)	3,00	1,75	3,87	4,12	23,87	24,87	30,62
Magnésio (mmol _c L ⁻¹)	11,00	5,12	6,13	7,00	29,13	34,00	36,00
Potássio (mmol _c L ⁻¹)	0,70	0,59	0,81	0,77	5,28	0,79	4,93
Sódio (mmol _c L ⁻¹)	15,65	11,02	11,94	18,38	91,06	91,98	91,98
Porcentagem de Saturação (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Relação de Adsorção de Sódio	5,92	5,95	5,35	7,79	17,68	16,97	15,94
PSI	11,52	8,29	9,78	13,27	45,44	44,67	46,42
Salinidade	Ligeira	Não Salino	Ligeira	Ligeira	Muito Forte	Muito Forte	Muito Forte
Classe do Solo	Normal	Normal	Normal	Normal	Salino Sódico	Salino Sódico	Salino Sódico

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

*tratamentos do primeiro ciclo do algodoeiro, em que as plantas foram utilizadas no experimento atual (segundo ciclo), conforme os tratamentos de níveis de CEa.

8.4.3 Análise química do solo após cultivo com o genótipo de ‘BRS Safira’ sob irrigação com baixa salinidade – 0,8 dS m⁻¹ (B.S.) e alta salinidade - 8,0 dS m⁻¹ (A.S.) no segundo ciclo de produção após a poda.

Atributos Químicos	0,8 dS m ⁻¹ (B.S.)				8,0 dS m ⁻¹ (A.S.)		
	A1B1C1*	A2B1C1*	A1B2C1*	A2B2C1*	A1B1C2*	A2B1C2*	A1B2C2*
	Valor/Resultado						
Cálcio (mmol _c dm ⁻³)	1,55	2,27	1,54	1,09	2,62	1,42	2,08
Magnésio (mmol _c dm ⁻³)	2,00	2,20	1,91	2,11	1,58	2,11	2,27
Sódio (mmol _c dm ⁻³)	0,47	0,62	0,90	0,75	5,50	4,30	5,32
Potássio (mmol _c dm ⁻³)	0,18	0,81	0,18	0,18	0,50	0,47	0,53
S (mmol _c dm ⁻³)	4,20	5,30	4,53	4,13	10,20	8,30	10,20
Hidrogênio (mmol _c dm ⁻³)	1,78	1,22	2,47	1,32	1,75	1,46	1,53
Alumínio (mmol _c dm ⁻³)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20
T (mmol _c dm ⁻³)	5,98	6,72	7,20	5,65	11,95	9,96	11,93
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico (%)	0,51	0,53	0,30	0,43	0,89	0,47	0,44
Matéria Orgânica (%)	0,88	0,91	0,52	0,74	1,53	0,81	0,76
Nitrogênio (%)	0,05	0,05	0,03	0,04	0,08	0,04	0,04
Fósforo Assimilável (mg/100 g)	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,88	3,87
pH H ₂ O (1:2,5)	5,54	5,58	5,20	5,43	5,33	5,10	5,15
Cond. Elétrica (Suspensão Solo-Água) (dS m ⁻¹)	0,19	0,25	0,50	0,44	2,87	2,12	2,69
pH (Extrato de Saturação)	5,30	5,43	4,90	5,07	4,84	4,68	4,71
Cond. Elétrica (Extrato de Saturação) (dS m ⁻¹)	1,89	1,83	3,46	2,93	19,83	13,84	17,10
Cloreto (mmol _c L ⁻¹)	14,25	19,95	29,25	27,25	186,25	132,75	163,00
Carbonato (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato (mmol _c L ⁻¹)	1,50	2,10	1,50	1,60	2,20	2,30	1,80
Sulfato (mmol _c L ⁻¹)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Cálcio (mmol _c L ⁻¹)	2,87	2,75	4,50	4,12	34,87	18,50	28,25
Magnésio (mmol _c L ⁻¹)	5,13	3,50	9,25	7,00	33,79	32,37	22,12
Potássio (mmol _c L ⁻¹)	0,70	0,69	0,75	0,77	5,81	5,28	5,46
Sódio (mmol _c L ⁻¹)	11,02	11,94	18,38	18,38	110,38	83,70	91,98
Percentagem de Saturação (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Relação de Adsorção de Sódio	5,51	6,97	7,01	7,79	18,83	16,61	18,32
PSI	7,85	9,22	12,50	13,27	46,02	43,17	44,59
Salinidade	Não Salino	Não Salino	Ligeira	Ligeira	Muito Forte	Forte	Muito Forte
Classe do Solo	Normal	Normal	Normal	Normal	Salino Sódico	Salino Sódico	Salino Sódico

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

*tratamentos do primeiro ciclo do algodoeiro, em que as plantas foram utilizadas no experimento atual (segundo ciclo), conforme os tratamentos de níveis de CEa.