



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

ANDYGLEY FERNANDES MOTA

**CULTIVO DO ALGODOEIRO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS DE ACORDO
COM A FASE DE DESENVOLVIMENTO DA CULTURA**

MOSSORÓ - RN

2014

ANDYGLE Y FERNANDES MOTA

**CULTIVO DO ALGODOEIRO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS DE ACORDO
COM A FASE DE DESENVOLVIMENTO DA CULTURA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para a obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Marcelo Tavares Gurgel

Co-orientador: Prof. Dr. Sc. Miguel Ferreira Neto

MOSSORÓ-RN

2014

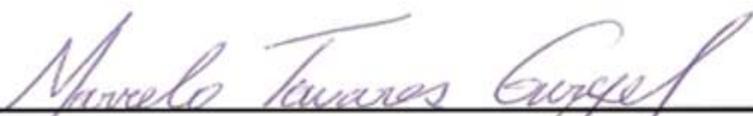
ANDYGLEY FERNANDES MOTA

**CULTIVO DO ALGODOEIRO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS DE ACORDO
COM A FASE DE DESENVOLVIMENTO DA CULTURA**

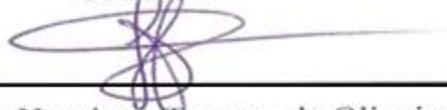
Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para a obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”.

APROVADO EM: 07/02/2014

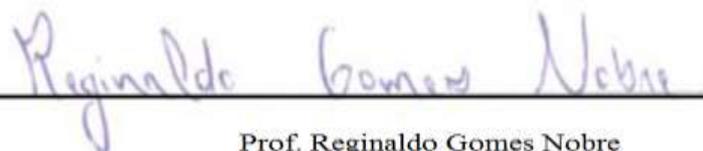
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Marcelo Tavares Gurgel – Orientador
UFERSA



Prof. Fábio Henrique Tavares de Oliveira
UFERSA



Prof. Reginaldo Gomes Nobre
UFCG

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)

Setor de Informação e Referência

M917c Mota, Andygley Fernandes.

Cultivo do algodoeiro irrigado com águas salinas de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura. / Andygley Fernandes Mota. - Mossoró, 2014.

64f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Marcelo Tavares Gurgel

Monografia (Pós-graduação em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

1. *Gossypium hirsutum* L. 2. Qualidade da água. 3. Salinidade. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /267-14

CDD (22.ed.) : 633.51

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba

DEDICATÓRIA

A minha mãe **Eliezita Fernandes Nogueira Mota** (*In memoriam*), uma pessoa insubstituível em minha vida, a heroína da minha história. Uma mulher de grande sabedoria, alto rendimento acadêmico e com vários títulos adquiridos, não por instituições públicas ou privadas, mas pela vida, a melhor universidade do mundo. Autora de grandes citações as quais sempre usarei como referências em minha jornada. Essa é mais uma conquista obtida graças ao seu esforço e dedicação, além de muitas que estão por vir. Obrigado!

OFEREÇO

Aos meus pais **Francisco Mota e Eliezita Fernandes** (*in memoriam*) pelos ensinamentos sobre os verdadeiros valores da vida e por mostrar o caminho certo a seguir na busca da felicidade. Além de todo amor e apoio nesses anos de estudo.

A minha irmã **Amyllys Layanny** que sempre esteve ao meu lado e aos poucos fomos conquistando nossos objetivos, porque juntos somos mais fortes. Alguém com que posso contar na vida.

A minha avó **Ozelita Nogueira** que torceu pela minha felicidade e rezou para que Deus me ajudasse nos desafios da vida.

A todos os meus familiares que sempre me deram força e motivação, acreditando na minha vitória.

BIOGRAFIA

ANDYGLEY FERNANDES MOTA nasceu na cidade de Catolé do Rocha no estado da Paraíba, em 22 de junho de 1989. Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido em dezembro de 2011. Em 2012 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, também na Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por mais uma vitória concedida e por toda benção, força de vontade, proteção e determinação nessa longa estrada da vida.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido por me graduar em Agronomia, título no qual reconheço minha real vocação. E ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água desta instituição, onde tive a oportunidade de crescer como ser humano e profissional.

Ao meu Orientador Marcelo Tavares Gurgel, um profissional a quem admiro e respeito, por todo o ensinamento, atenção, paciência e confiança dado ao longo dos últimos 4 anos em que trabalhamos juntos. Pelas orientações prestadas e por todo apoio na condução deste trabalho.

Aos examinadores Fábio Henrique e Reginaldo Gomes pela disponibilidade, contribuição na correção final do trabalho.

Victor Jerônimo pela grande amizade ao longo dos anos e por me resgatar da rotina e finais de semana tediosos em Mossoró. Um amigo fiel, generoso e sempre a disposição.

Ao grande amigo Pedro Ramualyson que esteve ao meu lado na graduação e mestrado. Crescemos juntos e servimos de apoio um ao outro, parceiros nos momentos alegres e ombro amigo em momentos tristes.

Lucas Ramos, amigo e companheiro de pesquisa, com quem compartilhei conhecimentos e boas histórias como aspirantes a pesquisadores. Um pequeno homem de coração gigante.

Ao amigo Francisco Ítalo por todo apoio e companheirismo. Uma amizade sincera que sempre levarei comigo.

Aos colegas de mestrado Ana Cláudia, Karen Mariany, Tayd Dayvison, Alex Monteiro, Eduardo Castro, Luiz Eduardo, José Maria, Jonatan Levi, Daniela Marques, Jucirema Ferreira, Anailson, Kaline, Rauny Oliveira, Raniere Barbosa, Marcirio Lemos, Samuel,

Mesquita, Flaviano Barbosa, Sílvio Roberto, Paulo Roberto e Alcilene Moraes pela amizade, união e companheirismo no crescimento profissional.

Aos colegas de graduação Luiz Anastácio, Lydio Luciano, Nádia Belarmino, João Paulo Nobre, José Rodrigues, Maria Lilia, Thaisy Gurgel, Samuel José, Emanuela Pereira, Rafael Miguel, Marcos Aurélio, Maria Alice e Nazareth Mirelle por manterem nossa amizade após a formatura, mesmo diante da distância.

Aos professores Rafael Oliveira, Jeane Portela, Francismar de Medeiros, Carolina Malala, Nildo Dias, Miguel Ferreira Neto, Neyton Miranda, Fabio Henrique por serem transmissores de conhecimentos e pelo exemplo de que um dia podemos alcançar nossos objetivos, basta ter determinação.

RESUMO

ANDYGLE Y FERNANDES MOTA. **CULTIVO DO ALGODOEIRO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS DE ACORDO COM A FASE DE DESENVOLVIMENTO DA CULTURA**. Mossoró-RN. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Fevereiro de 2014. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Orientador: Marcelo Tavares Gurgel.

Nos últimos 10 anos, o Brasil passou de importador para exportador de algodão, ocupando a quinta colocação dentre os países que mais produzem algodão no mundo, respondendo por 5,7% da produção mundial. A qualidade da água é um dos fatores que ocasionam efeito negativo no desenvolvimento das culturas e afetam a produção. O presente estudo teve com objetivo avaliar a influência da irrigação com água salina no crescimento, nutrição, produção e qualidade da fibra do algodão colorido (BRS verde), além de alguns atributos químicos do solo. O trabalho foi desenvolvido em condições de campo na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, de propriedade da Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições, cujos tratamentos consistiram de seis combinações entre três águas, com níveis de salinidade (S) distintos, alternadas durante os estádios de desenvolvimento da cultura. A água de salinidade S_1 usada nas irrigações foi retirada de um poço do aquífero Arenito Açú, a uma profundidade média de 1000 m. A água de salinidade S_3 foi preparada mediante a adição, na água S_1 , de sais para que apresentasse um nível de salinidade aproximado da maioria das fontes de água do aquífero Calcário Jandaíra. E a água de salinidade S_2 , proveniente da mistura de volumes iguais das águas S_1 e S_3 , sendo as Condutividades Elétricas, 0,55; 2,16 e 3,53 dS m^{-1} , respectivamente, das três águas. A cultivar BRS verde sofreu redução em seus parâmetros de crescimento, porém a produção não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. Mesmo assim uso de água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) ao longo de todo o ciclo da cultura pode ser viável, de acordo com as condições de realização do estudo. O uso de águas de qualidade inferior pode ser uma alternativa para produtores, possibilitando uma redução no consumo de águas de melhor qualidade.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., Salinidade, Qualidade da água.

ABSTRACT

ANDYGLE Y FERNANDES MOTA. **GROWING THE COTTON CROP WITH SALINE WATER UNDER THE PHASE OF DEVELOPMENT OF CULTURE.** Mossoró-RN. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, February 2014. Dissertation. Graduate Program in Management of Soil and Water. Advisor: Marcelo Tavares Gurgel.

Over the past 10 years, Brazil went from importer to exporter of cotton, ranking fifth among the countries that produce cotton in the world, accounting for 5.7% of world production. Water quality is one of the factors that cause negative effects on crop growth and affect production. The present study aimed to evaluate the influence of irrigation with saline water on growth, nutrition, production and fiber quality colored cotton (green BRS), plus some soil chemical properties. The study was conducted under field conditions at the Experimental Farm Rafael Fernandes, owned by the Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. The experimental design was randomized blocks with six treatments and five repetitions, the treatments consisted of six combinations of three waters, with distinct, alternating during the stages of crop development levels of salinity (S). The water used in irrigation salinity S1 was drawn from a well Acu Sandstone aquifer at an average depth of 1000 m. The water salinity S3 was prepared by adding, in the S1 water, salt to submit a level approximate salinity of most water sources Jandaíra Limestone aquifer. The water salinity S2 obtained by mixing equal volumes of water S1 and S3, and the Electrical conductivities, 0.55, 2.16 and 3.53 dS m⁻¹, respectively, the three waters. The green cultivar BRS was reduced in their growth parameters, but production did not differ between treatments. Still use high water salinity (3.5 dS m⁻¹) throughout the crop cycle may be feasible, according to the conditions of the study. The use of lower quality water can be an alternative for producers, enabling a reduction in the consumption of water of better quality.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., Salinity, Water Quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa geológico simplificado da bacia potiguar emersa (MATOS et al., 2010). 25
- Figura 2.** Dados da temperatura e precipitação pluvial registrado durante a condução do estudo, Mossoró, RN, 2011. 34
- Figura 3.** Croqui da área experimental, com delineamento de blocos casualizados, totalizando trinta parcelas. 35
- Figura 4.** Esquema da coleta de solo, ao redor da planta, na área útil de cada parcela. 39
- Figura 5.** Variáveis de crescimento do algodoeiro: altura de planta (5A), diâmetro do caule (5B) e número de folhas (5C) ao longo do ciclo vegetativo. 43
- Figura 6.** Evolução da condutividade elétrica (CE) em um Argissolo ao longo do ciclo do algodão em função dos tratamentos nas camadas de 0,0-0,10 m, 0,10-0,30 m e 0,30-0,50 m. 52
- Figura 7.** Evolução do sódio trocável (Na^+) em um Argissolo ao longo do ciclo do algodão em função dos tratamentos nas camadas de 0,0-0,10 m, 0,10-0,30 m, e 0,30-0,50 m. 53
- Figura 8.** Evolução da porcentagem de sódio trocável (PST) em um Argissolo ao longo do ciclo do algodão em função dos tratamentos nas camadas de 0,0-0,10 m, 0,10-0,30 m, e 0,30-0,50 m. 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais e de fibra da cultivar colorida BRS Verde em relação à cultivar de algodão branco CNPA 7H.	20
Tabela 2. Tratamentos resultantes da combinação entre fases de desenvolvimento do algodão e águas de diferentes salinidades, Mossoró, RN.	35
Tabela 3. Caracterização química do solo antes do experimento, Mossoró, RN, 2011.	37
Tabela 4. Resumo da ANOVA para Altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm) e número de folhas em função dos tratamentos.	40
Tabela 5. Valores médios do diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas de algodão na época da colheita (100 Dias após a semeadura). Mossoró, RN, 2011.	40
Tabela 6. Resumo da ANOVA para Peso da pluma (kg ha^{-1}) e Número de capulhos em função dos tratamentos.	44
Tabela 7. Médias do Peso da pluma (kg ha^{-1}) e Número de capulhos em função dos tratamentos.	45
Tabela 8. Valores médios das variáveis: comprimento da fibra (UHM), uniformidade da fibra (UNF), índice de fibra curta (SFI) e resistência (STR) do algodão BRS verde, irrigado com água de diferentes níveis de salinidade alternados nas fases de desenvolvimento da cultura.	46
Tabela 9. Valores médios das variáveis: alongamento a ruptura (ELG), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT) índice de fiabilidade (CSP) do algodão BRS verde, irrigado com água de diferentes níveis de salinidade alternados nas fases de desenvolvimento da cultura.	47
Tabela 10. Valores médios das variáveis: peso de caroço, porcentagem de fibra, peso da pluma e peso de um capulho do algodão BRS verde, do algodão BRS verde, irrigado com água de diferentes níveis de salinidade alternados nas fases de desenvolvimento da cultura.	48
Tabela 11. Resumo da ANOVA para pH, condutividade elétrica (CE), sódio trocável (Na^+) e porcentagem de sódio trocável (PST) aos 100 DAS nas camadas 0-0,10; 0,10-0,30; 0,30-0,50 m, em função dos tratamentos.	49
Tabela 12. Médias de pH, condutividade elétrica (CE), sódio trocável (Na^+) e porcentagem de sódio trocável (PST) aos 100 DAS nas camadas 0-0,10; 0,10-0,30; 0,30-0,50 m, em função dos tratamentos.	50

Tabela 13. Resumo da ANOVA para os macronutrientes nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) na folha diagnóstica do algodoeiro em função dos níveis de salinidade na água de irrigação e o estágio de desenvolvimento. 55

Tabela 14. Média dos macronutrientes nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg) e cálcio (Ca), em g kg^{-1} , na folha diagnóstica do algodoeiro em função dos níveis de salinidade na água de irrigação aplicado em distintos estádios, de acordo com o teste de Tukey. 56

Tabela 15. Resumo da ANOVA para os micronutrientes sódio (Na), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe) na folha diagnóstica do algodoeiro em função dos níveis de salinidade na água de irrigação e o estágio de desenvolvimento. 57

Tabela 16. Média dos micronutrientes sódio (Na), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe), em mg kg^{-1} , na folha diagnóstica do algodoeiro em função dos níveis de salinidade na água de irrigação aplicado em distintos estádios, de acordo com o teste de Tukey. 58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAS	Dias Após Semeadura
DAE	Dias Após Emergência
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
SEAGRI	Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária
V-L	Waals-London
PCZ	Ponto de Carga Zero
CE	Condutividade Elétrica
PST	Porcentagem de Sódio Trocável
PO	Pressão Osmótica
Eto	Evapotranspiração de Referência
Kc	Coefficiente de Cultura
KCl	Cloreto de Potássio
NaCl	Cloreto de Sódio
Na ⁺	Sódio Trocável
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação do Solo
USSL	United States Salinity Laboratory
HVI	High Volume Instrument
CSP	Índice de Fiabilidade
ELG	Elongamento a Ruptura
MIC	Índice Micronaire
SFI	Índice de Fibra Curta
STR	Resistência
UHM	Comprimento da Fibra
UNF	Uniformidade da Fibra
MAT	Maturidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Descrição botânica da cultura do algodoeiro	19
2.2 Cultivar BRS verde	19
2.3 Importância socioeconômica da cultura do algodoeiro	21
2.4 Qualidade da água de irrigação	23
2.4.1 Aquíferos da bacia Potiguar	24
2.5 Efeitos dos sais no solo	27
2.5.1 Características químicas	27
2.5.2 Características físicas	28
2.6 Efeitos dos sais nas plantas	29
2.7 Tolerância do algodoeiro a salinidade	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 Caracterização da área de estudo	34
3.2 Delineamento experimental	34
3.3 Cultura estudada	36
3.4 Condução do experimento, irrigação, tratos culturais	36
3.5 Variáveis avaliadas	37
3.6 Análise estatística	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 Crescimento do algodoeiro	40
4.2 Produção	43
4.3 Qualidade da fibra	45
4.4 Atributos químicos do solo	49
4.5 Estado nutricional da planta	55
4.5.1 Macronutrientes	55
4.5.2 Micronutrientes e sódio	57
5 CONCLUSÕES	59
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das principais culturas exploradas no Brasil, cultivada em mais de quinze Estados. De acordo com a Conab o Brasil produziu as duas maiores safras de sua história, 1.959,8 t em 2010/11 e 1.868,1 t de pluma em 2011/12. Neste período o país se posicionou, respectivamente, como o 4º e 5º maior produtor de algodão do mundo e em 5º lugar no ranking das exportações mundiais em 2011/12 (CONAB, 2012).

Em 2002, a Embrapa Algodão lançou a cultivar BRS verde, geneticamente semelhante a cultivar CNPA 7H, que vem sendo a mais plantada no Nordeste do Brasil em especial pelos pequenos produtores ligados à agricultura familiar, diferindo apenas pelo gene que promove a fibra de cor verde herdada da cultivar norte-americana, Arkansas Green (Carvalho et al., 2011). O algodoeiro requer um ambiente envolvendo solo e clima propícios ao seu pleno crescimento e desenvolvimento (EMBRAPA, 2006).

A produção de algodão colorido na região nordeste pode ser um meio de fixar o homem no campo, pois a cultura pode gerar divisas que são capazes de movimentar a economia local, fazendo com que a agricultura familiar seja fortalecida, ao longo dos anos, desde que sejam fornecidas a tecnologia e o manejo correto para a cultura.

A prática da irrigação é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semiárido brasileiro, onde ocorre déficit hídrico para as plantas devido à taxa de evapotranspiração exceder as precipitações, durante a maior parte do ano.

As regiões semiáridas são consideradas áreas potenciais para exploração da agricultura irrigada. Entretanto, suas fontes hídricas possuem normalmente elevados teores de sais, de modo que o manejo inadequado do solo e da água resulta, em médio ou longo prazo, em problemas de salinidade do solo, comprometendo a produtividade agrícola e o meio ambiente. Nessas regiões, sem um manejo adequado da irrigação, a salinidade do solo é inevitável (Holanda et al., 2010).

Em muitos lugares, em decorrência do consumo, tem-se que recorrer ao uso de águas de qualidade inferior, cuja avaliação torna-se necessária (Ayers & Westcot, 1999). Um manejo racional da irrigação envolve tanto a economia de água como os aspectos qualitativos para a prevenção dos problemas causados por sais.

Na região Oeste do Rio Grande do Norte, a água utilizada para a irrigação de algumas culturas provém de poços rasos situado no calcário Jandaíra, que possuem água de baixa qualidade e pequeno custo de captação. A região também dispõe da água de poços profundos situado no arenito Açú que não apresenta problemas de excesso de sais, mas com custo de captação bastante oneroso (Medeiros et al., 2007).

Como as águas calcárias são de qualidade inferior, seu uso na agricultura irrigada requer a adoção de um manejo mais criterioso no sistema solo-água-planta-atmosfera, caso em que, além da aplicação de lâminas de irrigação e níveis de umidade no solo adequados, se necessita conhecer os níveis de tolerância à salinidade da cultura explorada, de forma a se obter produtividade satisfatória com frutos de boa qualidade tendo mínimos riscos de salinização dos solos (Medeiros et al., 2007).

O excesso de sais ocasionados por esse tipo de estresse pode prejudicar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando em distúrbios nas relações hídricas e alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais para as plantas (Amorim et al., 2010), retardando seu crescimento e reduzindo a produção.

Poucos estudos têm sido realizados buscando avaliar o efeito da salinidade em plantas de algodão colorido; Sousa Júnior et al. (2008; 2005) comprovaram os efeitos negativos da salinidade sobre o crescimento inicial do algodoeiro colorido variedade BRS Verde. Os referidos autores observaram que o estresse salino afetou o número de folhas, o diâmetro do caule e a altura da planta, sendo a parte aérea e a área foliar as mais afetadas.

Considerando a necessidade de obter informações técnicas e científicas relativas à salinidade e produção, qualidade de fibra e estado nutricional do algodoeiro colorido, o objetivo do estudo foi avaliar a influencia da aplicação de águas de irrigação com níveis de salinidade ao longo do ciclo do algodoeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição botânica da cultura do algodoeiro

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) pertence ao grupo de plantas das dicotiledôneas da família Malvaceae, à raça *Latifolium* Hutch. Os cultivares diferenciam-se quanto ao tamanho da fibra (curto, médio, longo), ciclo curto (120-140 dias); ciclo longo (150-180 dias), porte alto ou baixo, resistência ou susceptibilidade à doenças, cor da fibra, entre outras características (SEAGRI, 2013).

É uma planta ereta, anual ou perene, dotada de raiz principal cônica, pivotante, profunda, e com pequeno número de raízes secundárias grossas e superficiais. O caule herbáceo ou lenhoso tem altura variável e é dotado de 4 a 5 ramos vegetativos intraxilares, na parte de baixo, e ramos frutíferos extraxilares, na parte superior. As folhas são pecioladas, geralmente cordiformes, de consistência coriácea ou não e inteiras ou recortadas com 3 a 9 lóbulos. As flores são hermafroditas, axilares, isoladas ou não, cor creme nas recém-abertas com ou sem mancha purpúrea na base interna, que passa a rósea e purpúrea quando fecundadas (SEAGRI, 2013).

Os frutos são cápsulas de deiscência longitudinal, com 3 a 5 lóculos cada uma, encerrando 6 a 10 sementes. Eles são inicialmente chamados "maçãs" e depois "capulhos" após abertura. As sementes são revestidas de pêlos mais ou menos longos de cor variável, de maior e menor comprimento, conhecidos como fibra e línter, respectivamente. As fibras provêm das células da epiderme da semente e tem como características agronômicas, comprimento, finura, maturidade, resistência, entre outras (SEAGRI, 2013).

2.2 Cultivar BRS verde

A cultivar BRS Verde foi colocada no mercado em 2003, obtida por meio de métodos de melhoramento genético convencionais. De acordo com Carvalho et al. (2011), em 1996 se realizou o cruzamento entre um material introduzido dos EUA, o Arkansas Green, de fibra verde, com a cultivar de fibra branca CNPA 7H, de ampla adaptação à região Nordeste e de fibra de boa qualidade, para recuperar algumas características de fibra deste progenitor. Como a incidência de doenças é baixa na região Nordeste, esta cultivar destina-se,

preferencialmente, a esta região, já que não foi avaliada a resistência às doenças no decorrer dos trabalhos de melhoramento.

Esta cultivar BRS verde apresenta as seguintes características, em média: rendimento 2.146 kg ha⁻¹; altura média de plantas 1,27 m; cor da flor e do pólen, creme; folhas são pecioladas, recortadas com 3 lóbulos; um nectário na nervura central; aparecimento do 1º capulho aos 92 dias; altura do 1º ramo frutífero entre o 5º – 6º nós e ciclo 130 – 140 dias (EMBRAPA, 2002).

O comprimento da fibra da BRS Verde está em torno de 30 mm, sendo, portanto, de fibra média, com bom comprimento, semelhante ao da cultivar de fibra branca CNPA 7H. A resistência da fibra está em torno de 26 g/tex. Com relação ao ciclo, a BRS Verde se assemelha à CNPA 7H com 130–140 dias. A produtividade da BRS verde, de acordo com a Tabela 1, em regime de sequeiro, ficou abaixo da produtividade da CNPA 7H, mas é considerada boa (Carvalho et al., 2011).

Tabela 1. Características gerais e de fibra da cultivar colorida BRS Verde em relação à cultivar de algodão branco CNPA 7H.

Características	BRS Verde	CNPA 7H
Resistência (gt/tex)	25,86	26,71
Comprimento (UHM)	29,56	30,98
Ciclo (dias)	130-140	130-140
1º capulho (dias)	92	90
Cor da flor e do pólen	Creme	Creme
Altura média (m)	1,27	0,77
Rendimento (kg/ha)	2.146	2.480

Dados médios obtidos em ensaios de sequeiro (CARVALHO et al., 2011)

A pluma de algodão verde tem tido crescente demanda no mercado. Além de adaptadas às fiações modernas, os cultivares de algodão colorido da Embrapa reduzem os custos de produção para a indústria têxtil e o lançamento de efluentes químicos e tóxicos, por dispensarem o uso de corantes (EMBRAPA ALGODÃO, 2013).

Segundo Carvalho et al. (2011) a fibra da BRS Verde tem uma instabilidade em relação à cor, pois os pigmentos que causam a cor verde são sensíveis à luz solar. Graças a esta característica, recomenda-se que a fibra seja colhida em duas etapas, primeira e segunda colheitas, evitando assim que a fibra fique muito exposta à radiação solar.

2.3 Importância socioeconômica da cultura do algodoeiro

O algodoeiro é a única espécie domesticada, conhecida em termos econômicos como trina, por produzir fibra, seu principal produto que atualmente ainda veste quase metade da humanidade, além do óleo que serve para alimentação humana e para a produção de energia (biodiesel) (Beltrão & Azevedo, 2008).

A fibra, principal produto do algodoeiro, tem mais de 400 utilizações industriais entre as quais confecções de fios para tecelagem (tecidos variados), algodão hidrofílico para enfermagem, confecção de feltro de cobertores, de estofamentos, obtenção de celulose, entre outros. Hoje 90% do comércio é de fibra tamanho médio (SEAGRI, 2013).

O crescente interesse no cultivo do algodão de fibra colorida na região Nordeste do Brasil pela agricultura familiar, tanto em manejo convencional quanto orgânico se deve principalmente pela melhor comercialização da fibra colorida quando comparado ao algodão branco. Além disso, se for produzido de forma orgânica, sem o uso de insumos e fertilizantes químicos, o produto terá alto valor comercial (Carvalho et al., 2011). É considerada uma cultura de grande importância socioeconômica para o País, especialmente para as regiões Nordeste, Centro Oeste e Sudeste.

A produção agrícola da região Nordeste do Brasil tem sido fortemente afetada pelos efeitos das frequentes e longas estiagens ocorridas, sobretudo no chamado “Polígono das Secas”, tornando a atividade agrícola, nesta região, primordialmente de subsistência (Assad & Pinto, 2008). A principal alternativa para tal situação é o aproveitamento das áreas com maior potencial agrícola, do ponto de vista de água e solo, com a exploração racional dos recursos hídricos e edáficos disponíveis, através da exploração das culturas economicamente mais rentáveis.

As características tecnológicas da fibra do algodão estão intrinsecamente ligadas a fatores hereditários, mas sofre influência de fatores ambientais como condições climáticas, fertilidade do solo, incidência de pragas e aparecimento de doenças (Santana et al., 1999; Santana, 2002).

O programa de melhoramento objetivando a obtenção de cultivares de algodão de fibra de cor foi iniciado pela marrom, já que se tinha variabilidade para este fator no algodoeiro arbóreo ou mocó singular no Nordeste do Brasil. Foram avaliados 11 acessos de algodão arbóreo de cor marrom e introduzidos outros tipos, que via seleções e cruzamentos, originou a

cultivar BRS 200 - Marrom (EMBRAPA ALGODÃO, 2013). Novas cultivares foram desenvolvidas para a implantação do algodão colorido no semiárido do Nordeste, e foi trabalhada a valorização da produção artesanal, orgânica e familiar, com apoio a pequenas indústrias locais, geração de moda própria, consolidação da marca e marketing nacional e internacional e a organização da cadeia produtiva (Nordeste rural, 2013).

A principal vantagem do emprego da fibra colorida é a eliminação do uso de corantes na fase de acabamento do tecido, o que reduz o impacto ambiental do processo de tingimento, sendo apropriado para produção de tecidos ecológicos e orgânicos. Além disso, elimina os riscos de causar alergias em pessoas sensíveis. Outra vantagem da fibra naturalmente colorida é o preço de venda obtido pelos produtores, sendo o dobro em relação à fibra branca convencional (Sousa, 2000).

A partir do ano 2000, os algodoeiros de fibra colorida começaram a ser cultivados comercialmente no Brasil, mais especificamente em regiões do interior da Paraíba. A demanda por roupas confeccionadas com esse tipo de fibra naturalmente colorida dava-se, até então, por pessoas alérgicas a corantes químicos sintéticos e para uso de recém nascidos, pelo fato dessas fibras dispensarem tingimento. Ainda há uma demanda por esse tipo de roupa, principalmente na Europa e Japão. Hoje, não apenas esse mercado-alvo prefere o produto, mas também consumidores que valorizam produtos ecológicos. Consequentemente existe um nicho de mercado potencial demandando produtos confeccionados com fibras naturalmente coloridas de algodão, tanto no Brasil quanto no exterior. O plantio em escala comercial está concentrado ainda em algumas regiões produtoras do Estado da Paraíba (Calixto et al, 2009; Medeiros, 2010).

Segundo Oliveira & Severino Filho (2005), a manufatura do algodão colorido é sem dúvida, uma alternativa economicamente viável de sobrevivência dos agricultores numa terra tão castigada pela seca como o sertão nordestino, ainda que o volume de produção seja ínfimo e não atenda a demanda crescente do mercado brasileiro. Conforme estes mesmos autores, o mercado para o algodão colorido ainda é potencialmente pouco explorado. Mesmo observando-se alto valor de mercado obtido no exterior, o que propicia uma alta margem de lucro aos produtores quando comparado com o algodão de fibra branca. O desenvolvimento sustentável da cultura do algodão colorido tem forte impacto na geração de emprego e renda de pequenos produtores estabelecidos no semiárido nordestino (Medeiros, 2010).

2.4 Qualidade da água de irrigação

Toda água usada na irrigação contém sais dissolvidos e é provavelmente essa concentração salina o principal critério com respeito ao estudo da qualidade da água. O efeito destes sais sobre as características químicas e físicas de solos irrigados é de grande importância para manutenção da capacidade produtiva destes e provavelmente da agricultura irrigada.

Estudos têm comprovado, em especial para o Nordeste brasileiro, que as águas normalmente utilizadas na irrigação se apresentam, com problemas relacionados à salinidade e/ou sodicidade dos solos, reduzindo sobremaneira a produção agrícola nas áreas irrigadas (Sousa Júnior et al., 2008; Suassuna & Audry, 2009).

Sob as condições climáticas presentes nas regiões áridas e semiáridas do Nordeste, o aumento do teor de sais solúveis no solo é um processo natural, pois o déficit de precipitação em relação à evapotranspiração aumenta a concentração de sais nas camadas superficiais do solo. Neste processo, o uso da irrigação implica necessariamente na incorporação gradativa de sais no solo, sobretudo nas camadas de atividade radicular, com reflexos depressivos sobre o crescimento e desenvolvimento das culturas (Richards, 1974; Campos et al., 2008; Oliveira et al., 2008; Oliveira et al., 2009).

Em muitas áreas de produção, o uso de água de baixa qualidade para irrigação e a aplicação de quantidades excessivas de fertilizantes são as principais razões para o problema do aumento da salinidade do solo. Em se tratando de regiões áridas e semiáridas irrigadas, constitui sério problema, limitando a produção agrícola e reduzindo a produtividade das culturas a níveis anti-econômicos.

A qualidade da água é um dos fatores que ocasionam efeito negativo no desenvolvimento das culturas e afetam a produção, visto que a água é constituinte dos tecidos vegetais, chegando até mesmo a constituir mais de 90% de algumas plantas. Desta forma, para a utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se utilizar manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada. O manejo da irrigação é de fundamental importância para evitar problemas de salinidade no solo (Medeiros, 2007).

O controle da umidade do solo, através da irrigação, pode contribuir substancialmente para a melhoria de rendimento do algodão no Nordeste, inclusive com possibilidade de mais

de uma colheita por ano, em face da pequena variação das condições energéticas ao longo do ano, explorando principalmente as áreas semiáridas da região, através do uso da irrigação, Silva et al. (2009).

A qualidade das águas dos poços utilizadas para a irrigação pode variar no tempo e no espaço. Na época de estiagem seus níveis de sais são mais elevados, devido as mais altas as temperaturas e a evapotranspiração na região, como as culturas exigem maior suprimento de água nesse período, acabam sendo afetadas com maior intensidade. Assim, observa-se a importância do conhecimento de sua qualidade para evitar os problemas consequentes (Costa, 1982; Laraque, 1989; Medeiros, 1992; Silva Júnior et al., 1999).

2.4.1 Aquíferos da bacia Potiguar

A água subterrânea estende-se por toda a parte sob a superfície do solo, distribuída desde as planícies mais áridas até os pontos mais altos do relevo terrestre e se constitui em uma das principais fontes de toda a água utilizável pelo homem. As reservas subterrâneas são abastecidas por infiltração lentas das águas superficiais, através dos solos e acomodam-se em camadas rochosas a diferentes profundidades, sendo mantidas, muitas vezes, sob pressão (Holanda et al, 2010). O teor de sais das águas subterrâneas depende da origem da água, do curso sobre a qual ela flui e da composição e facilidade de dissolução do substrato em que se encontra em contato (Yaron, 1973; Kovda et al., 1973).

A Bacia Potiguar ocupa uma área de 48.000 km², nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, sendo que 40% deste total representam sua porção emersa e o restante sua porção submersa (Matos, 1992; Matos et al., 2010). A bacia é limitada a sul, leste e oeste por rochas do embasamento cristalino, mais precisamente, possui como limite oeste o Alto de Fortaleza, sudeste e sul o embasamento cristalino da Faixa Seridó, a norte e nordeste pelo Oceano Atlântico e a cota batimétrica de 200 m na Plataforma continental brasileira (Matos et al., 2010; Vasconcelos et al., 2010) (Figura 1).

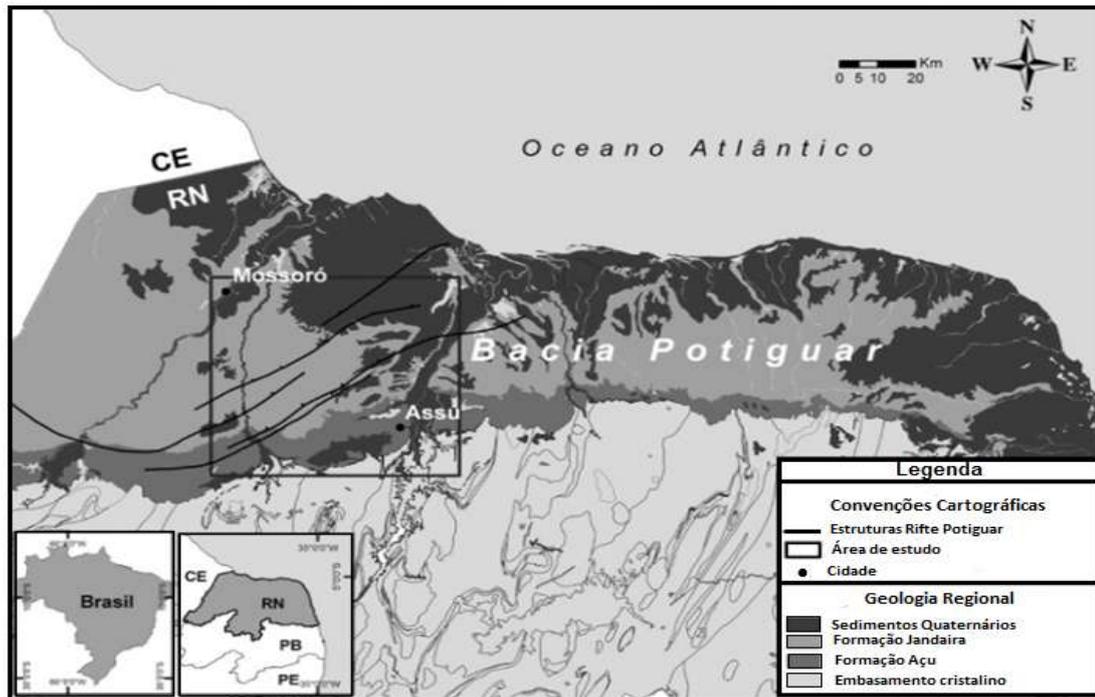


Figura 1. Mapa geológico simplificado da bacia potiguar emersa (Matos et al., 2010).

Geologicamente, a Bacia Potiguar é constituída de rochas carbonáticas da Formação Jandaíra, que corresponde à unidade mais recente da sequência cretácea que à integra. A Formação Jandaíra é constituída por calcários e dolomitos de coloração cinza, desenvolvendo sistemas de fratura e carstes. É um bom condutor hidráulico, graças ao elevado nível de carstificação o que lhes atribui o caráter de um aquífero com elevado potencial e água de qualidade adequada ao desenvolvimento agrícola (Melo, 2007).

Apesar de grande parte das fontes de água do Rio Grande do Norte apresentarem boa qualidade (baixa salinidade), existem águas de qualidade inferior (alta salinidade) no Estado que podem ser aproveitadas na irrigação. Na região da Chapada do Apodi, as principais águas utilizadas na irrigação são de origem subterrânea, provenientes de dois tipos de aquíferos: o aquífero calcário jandaíra localiza-se na formação geológica “Calcário Jandaíra”, a uma profundidade média de 100 m e o segundo aquífero na formação “Arenito-Açú”, a 1.000 m, com águas de condutividade elétrica média entre 3,5 e 0,6 dS m⁻¹, respectivamente (Oliveira & Maia, 1998).

O aquífero Calcário Jandaíra localiza-se na porção superior da sequência carbonática da Formação Jandaíra, dispõe-se sub-horizontalmente constituindo um aquífero essencialmente livre, heterogêneo, hidráulicamente anisotrópico e de circulação cárstica (Vasconcelos et al.,

2010). Esta fonte de água tem o inconveniente de apresentar teores elevados de sais podendo trazer, como consequência, a salinização dos solos e decréscimo no rendimento das culturas mais sensíveis; além disso, devido à elevada concentração de bicarbonato de cálcio na água, pode gerar também elevação da alcalinidade do solo (Oliveira & Maia, 1998; Medeiros et al., 2003).

Quanto ao aquífero Arenito Açú, este corresponde à porção inferior, essencialmente arenosa, sendo constituído de arenitos predominantemente grosseiros a conglomeráticos na base, passando a arenitos médios na porção intermediária e arenitos mais finos no topo, com argilosidade continuamente crescente no sentido vertical. Esta formação está limitada ao sul e leste por rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, e ao norte pelos calcários da Formação Jandaíra, do Cretáceo Superior. O aquífero Açú constitui o mais importante sistema aquífero da bacia Potiguar, aflorando na borda sul da bacia ao longo de uma faixa marginal com largura variando entre cerca de 5 km, no extremo leste, e mais de 20 km, no extremo oeste. Esta, conforme já assinalado anteriormente, é a região principal de recarga do aquífero (Morais et al., 2005).

Os aquíferos Açú e Jandaíra estão separados por uma camada semipermeável ou impermeável, constituída por diferentes litologias, correspondentes ao topo da Formação Açú e à base da Formação Jandaíra. Esta camada funciona como confinante do aquífero Açú e dependentemente das diferenças de carga é responsável por entrada ou saída de água do aquífero Açú com relação ao aquífero Jandaíra (Morais et al., 2005).

Nas regiões semiáridas, a evapotranspiração potencialmente ultrapassa as taxas médias de precipitação, o que significa que apenas em situações favoráveis a água precipitada é suficiente para a recarga. Os aquíferos apresentam recarga irregular e a observação dos processos dinâmicos nos aquíferos é muito limitada (Vasconcelos et al., 2010).

Em Mossoró, parte da água utilizada para irrigação é proveniente de poços artesianos profundos (arenito Açú), com boa qualidade e alto custo de obtenção. Há também poços abertos do calcário Jandaíra, de baixa qualidade e baixo custo de obtenção. Uma alternativa seria misturar águas de distintas qualidades, aumentando o volume disponível para o uso na irrigação de cultivos. Porém isso não diminui o total de sais, tornando-se imprescindíveis investigações sobre o uso racional destas águas salobras que pode salinizar os solos (Dias et al., 2007).

2.5 Efeitos dos sais no solo

Os solos afetados por sais, também conhecidos por solos halomórficos ou solos salinos e sódicos, são solos desenvolvidos em condições imperfeitas de drenagem, que se caracterizam pela presença de sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em horizontes ou camada próximos à superfície (Ribeiro, 2010).

No solo, os efeitos negativos da salinidade são desestruturação, aumento da densidade aparente e da retenção de água no solo, redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos (Rhoades et al., 2000). A implicação prática da salinidade sobre o solo é a perda da fertilidade e a susceptibilidade à erosão, além de contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas (Dias & Blanco, 2010).

2.5.1 Características químicas

Os solos localizados na região semiárida, por apresentarem elevada evapotranspiração, tendem a concentrar elementos químicos na solução do solo, principalmente sais solúveis e sódio, reduzindo sua fertilidade e resultando em severos prejuízos à produtividade agrícola (Santos et al., 2010).

Os solos salinizados, presentes principalmente em áreas irrigadas do semiárido, contêm elevada concentração de nutrientes, assim como altos conteúdos de sais solúveis e/ou de sódio trocável. Conceitualmente, com alta saturação por bases, a princípio, se poderia afirmar que estes solos têm boa fertilidade química, no entanto as condições adversas presentes nestes provocam prejuízos nos atributos do solo com drásticas limitações na disponibilidade de nutrientes e toxicidade de elementos químicos nos vegetais (Santos et al., 2010).

A sodificação, passagem do Na^+ da forma de íon solúvel para o complexo de troca, começa a ter importância quando este cátion constitui a metade ou mais dos cátions solúveis da solução do solo (USSL staff, 1954). Nestas condições, os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} , por serem menos solúveis, precipitam quando a solução do solo se concentra em consequência da evapotranspiração, ficando o Na^+ , praticamente, como o único cátion presente na solução. Por este motivo, o Na^+ , apesar de ter menos poder de troca, consegue deslocar os outros cátions por ação de massa (Ribeiro et al., 2003; 2009; 2010).

Nos solos salinos devido à alta concentração de sais solúveis os valores de pH variam de 6,5-8,0, quanto a fertilidade e disponibilidade de nutrientes apresentem faixa adequada; no entanto a concentração excessiva de sais solúveis aumenta a condutividade elétrica (CE) da solução do solo tornando seu potencial osmótico mais negativo. À medida que a concentração de sais aumenta o potencial osmótico vai tornando-se mais negativo, levando ao meio hipertônico, e a força de retenção de água no solo é maior, aumentando a dificuldade das plantas obterem água e nutrientes para seu crescimento, restringindo a fertilidade desse solo (Santos et al., 2010).

A condutividade elétrica (CE) de uma solução é proporcional a sua concentração iônica. Esta propriedade permite conhecer a salinidade de uma solução medindo-se sua condutividade elétrica. É uma característica da solução do solo amplamente usada para medir sua salinidade. Seu valor aumenta à medida que o teor de água no solo diminui, isto é, a solução concentra-se (Ferreira et al., 2010).

Para reduzidas concentrações de sais o pH das águas pode ser elevado, pois a medida em que aumenta a salinidade da água, o pH diminui. Para salinidade maior que 5 dS m^{-1} as águas têm pH neutro (Dias & Blanco, 2010).

2.5.2 Características físicas

A característica principal do efeito dos sais no solo é a expansão da argila quando úmida e a contração quando seca, devido ao excesso de sódio trocável. Se a expansão for exagerada, poderá ocorrer a fragmentação das partículas, causando a dispersão da argila e modificação da estrutura do solo. Com isso, verifica-se no solo problemas de permeabilidade e qualquer excesso de água causará encharcamento na superfície do mesmo, impedindo a germinação das sementes e o crescimento das plantas, por falta de aeração (Dias & Blanco, 2010).

O elevado poder dispersante do sódio reduz a floculação e a estabilidade dos agregados do solo, aumentando a densidade, reduzindo sua porosidade e a capacidade de retenção e de sua infiltração de água. A dispersão é um fenômeno típico de solos com excesso de sódio trocável. Os sistemas argilosos são dispersos devido a predominância de cargas negativas, de íons sódio e magnésio, e a reduzida concentração de eletrólitos. A dispersão e a floculação das argilas depende da espessura da dupla camada difusa ao redor das partículas e, portanto da concentração de cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , etc) que estão próximas a sua

superfície. Por influenciar na disponibilidade de nutrientes e em atributos físicos do solo, tais condições, especialmente a dispersão das argilas em solos sódicos, podem restringir o crescimento vegetal (Santos et al., 2010).

O efeito do Na sobre a expansão das argilas montmorilonitas, sugere que em níveis baixos de porcentagem de sódio trocável (PST) a expansão não é a principal causa da degradação física do solo, e torna-se importante somente quando a PST for alta (Ferreira et al., 2010). A saturação do complexo de troca pelo Na⁺ resulta em condições físicas altamente desfavoráveis ao crescimento vegetal, além de provocar distúrbios nutricionais (USSL staff, 1954; Oliveira, 2001; Ribeiro, 2010).

Tanto a dispersão quanto a expansão das argilas afetam a porosidade do solo e, conseqüentemente, sua condutividade hidráulica. Ao relatar valores de condutividade hidráulica, determinados tanto em laboratório quanto em campo, é muito importante informar a concentração iônica da água usada no procedimento (Ferreira et al., 2010).

A salinidade da solução do solo argiloso é menor do que a do arenoso, quando não saturado, em razão da maior retenção de água no argiloso. A textura e estrutura do solo são importantes na concentração salina da solução, quando os teores no estado saturado diminuem até atingir o ponto de murcha permanente (Ferreira et al., 2010).

2.6 Efeitos dos sais nas plantas

Dentre as condições ambientais que afetam o processamento germinativo, o desenvolvimento e a qualidade dos componentes de produção da cultura tais como óleo e fibra, pode-se destacar a salinidade do meio.

Nas regiões áridas e semiáridas, a combinação da intensa evaporação, reduzida precipitação pluviométrica, a deficiência em drenagem e o próprio uso de fertilizantes, têm aumentado os problemas com a salinidade, prejudicando o rendimento das culturas (Medeiros, 2001).

A solubilidade dos sais é uma propriedade importante porque quanto maior for a concentração salina da solução do solo, maior será seu efeito sobre a planta. Portanto, sais de elevada solubilidade são os mais nocivos as planta. Os sais pouco solúveis, geralmente, precipitam-se antes mesmo de encontrar níveis de concentração prejudiciais as plantas. A

temperatura exerce grande influência sobre a solubilidade da maioria dos sais presentes na solução do solo (Ferreira et al., 2010).

O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas além de trazer problemas pelo efeito de íons tóxicos específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos reduzindo o crescimento e o desenvolvimento da planta, com perda de produtividade e qualidade, ou perda total da produção (Alencar et al., 2003; Dias & Blanco, 2010).

A utilização contínua da água com características salinas na irrigação, promove o acúmulo de sais no solo, prejudicando o desenvolvimento de culturas não tolerantes ao estresse salino (Furtado, 2007). O excesso de sais na zona radicular tem, em geral, efeito deletério no crescimento das plantas, que se manifesta pela redução na taxa de transpiração e crescimento (Medeiros, 2007).

É indispensável o conhecimento dos efeitos dos sais na planta e no solo, bem como os fenômenos envolvidos, porque serão de fundamental importância para a tomada de decisões de quais práticas de manejos são mais adequadas quanto ao uso da água de cultivo visando à produção comercialmente com água salina.

Os efeitos do excesso de sais solúveis manifestam-se através da pressão osmótica elevada e da ação tóxica de alguns elementos, como o Na^+ e o Cl^- , que promovem distúrbios fisiológicos à planta, podendo ocasionar a morte (Oliveira et al., 2009).

O aumento da pressão osmótica (PO) causada pelo excesso de sais solúveis poderá atingir um nível em que as plantas não terão forças de sucção suficiente para superar esse PO e, em consequência, a planta não irá absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido (seca fisiológica). Dependendo do grau de salinidade, a planta, em vez de absorver, poderá até perder a água que se encontra no seu interior. Esta ação é denominada plasmólise e ocorre quando uma solução altamente concentrada é posta em contato com a célula vegetal. O fenômeno é devido ao movimento da água, que passa das células para a solução mais concentrada (Dias & Blanco, 2010).

Plantas sensíveis à salinidade absorvem água do solo juntamente com os sais permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Os efeitos indiretos acontecem quando existem altas concentrações de sódio ou outros cátions na solução do solo, onde iram interferir nas condições físicas do mesmo ou na disponibilidade de alguns elementos, afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas, indiretamente (Dias & Blanco, 2010).

Entre as espécies sensíveis ao estresse salino, o efeito da salinidade manifesta-se por severas reduções do crescimento e distúrbio na permeabilidade da membrana, atividade de troca hídrica, condutância estomática, fotossíntese e equilíbrio iônico (Navarro et al., 2003; Cabanero et al., 2004).

Algumas estratégias podem ser usadas para minimizar os impactos negativos do aproveitamento de água salina na irrigação, entre elas: escolha de espécies ou cultivares mais tolerantes, utilização dessas fontes de água nos estádios de maior tolerância das culturas, mistura de águas de diferentes qualidades, uso cíclico de fontes de água com diferentes concentrações salinas, além de diversas outras práticas visando à obtenção de boa produção vegetal com controle da salinização/sodificação do solo (Lacerda et al., 2009).

2.7 Tolerância do algodoeiro a salinidade

Dentre os fatores que contribuem para a tolerâncias das plantas à salinidade estão espécie vegetal, cultivar, estádios fenológicos, composição salina do meio e condições edafoclimáticas (Alian et al., 2000; Lourenço Júnior et al., 2007).

A redução do crescimento e da produção das plantas, sob efeito de sais, vem sendo estudada há vários anos. Um dos meios mais efetivos para amenizar esse problema é a introdução de cultivares tolerantes para o reaproveitamento das áreas marginalizadas. E uma das alternativas seria a cotonicultura, por ser tolerante à salinidade, apresenta taxa diária de consumo hídrico relativamente baixo e grande representatividade tanto do ponto de vista social quanto econômico (Queiroz & Büll, 2001).

Nem todas as culturas são igualmente afetadas pelo mesmo nível da salinidade, pois algumas são mais tolerantes que outras e podem extrair água com mais facilidade. Essas plantas aumentam a concentração salina no seu interior, de modo que permaneça um gradiente osmótico favorável para a absorção de água pelas raízes. Esse processo é chamado de ajuste osmótico e se dá com o acúmulo dos íons adsorvidos nos vacúolos das células foliares, mantendo a concentração salina no citoplasma em baixos níveis, de modo que não haja interferência com os mecanismos enzimáticos e metabólicos nem com a hidratação de proteínas das células (Dias & Blanco, 2010).

Apesar de o algodoeiro ser considerado uma cultura tolerante á salinidade (Taiz & Zeiger, 2009), estudos têm observado efeitos deletérios do estresse salino sobre o desempenho

produtivo do algodoeiro, sendo essa resposta variada em função do genótipo e do manejo adotado (Jácome et al., 2003), ocorrendo uma redução significativa no tamanho das plantas e no rendimento quando cresce em solos altamente salinos.

Mesmo sendo relativamente tolerante ao déficit hídrico e classificado como tolerante aos sais, o algodoeiro tem seu rendimento sensivelmente reduzido quando ocorrem concentrações elevadas de sais no solo na fase de germinação das sementes, e/ou déficit hídrico no início da floração (Millar, 1976).

Shalvet & Hsiao (1984), afirmam que a perda de turgescência nas folhas do algodoeiro, submetido em diferentes níveis de estresse hídrico e salino, foi devido não somente ao menor ajuste osmótico, mas também devido a maior redução do potencial de água na folha, sob condições de estresse hídrico do que de estresse salino.

Em trabalho de Jácome et al. (2003), o aumento da condutividade elétrica em água de irrigação provocou redução significativa no número de capulhos por planta em diferentes cultivares de algodoeiro. Cada cultivar de algodoeiro apresenta características fisiológicas e morfológicas determinadas pelo seu genótipo que se refletem em um comportamento distinto em relação aos efeitos da salinidade (Furtado, 2007).

Existem diferentes mecanismos de tolerância das plantas à salinidade. Tester & Davenport (2003) sugerem a existência de dois grupos de mecanismos de tolerância: (1) tolerância individual das células, envolvendo, por exemplo, a compartimentação intracelular e a sinalização bioquímica, e (2) tolerância a um nível superior em relação ao grupo anterior, envolvendo, por exemplo, o controle da absorção e transporte interno de sais e o acúmulo de Na nos interior da planta.

Dentre os fatores estudados para caracterizar a tolerância das plantas à salinidade, uma grande atenção deve ser dada ao estado nutricional das plantas. Incrementos na concentração de NaCl na solução do solo prejudicam a absorção radicular de nutrientes, principalmente de K e Ca, e interferem nas suas funções fisiológicas (Zhu, 2001; Yoshida, 2002). Então, a habilidade dos genótipos de plantas em manter altos teores de K e Ca e baixos níveis de Na dentro do tecido é um dos mecanismos chaves que contribui para expressar a maior tolerância à salinidade. Na maioria dos casos, genótipos tolerantes à salinidade são capazes de manter altas relações K/Na nos tecidos (Mansour, 2003; Zeng et al., 2003). Pelo aumento da absorção de K e consequente redução da absorção de Na, o K contribui para manter a relação K/Na alta na planta conforme constatado em plantas de pimentão (Rubio et al., 2003).

Vale ressaltar que não foi encontrado na literatura estudos abordando os efeitos do uso águas salinas sobre as características tecnológicas da fibra do algodoeiro, havendo a necessidade de estudos que abordem esse tema.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em condições de campo na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), no período de 21 de outubro de 2011 à 06 de fevereiro de 2012. A área está situada na latitude 5°03'37" S, longitude de 37°23'50" W e altitude de 18 m, distando 20 Km da cidade de Mossoró. O clima da região do tipo Bwsh' de acordo com a classificação climática de Köeppen, isto é, muito seco, quente e com precipitações pluviométricas de verão atrasando-se para o outono, temperatura média de 27,4 °C, umidade relativa do ar de 68,9% e precipitação média de 673,9mm (Carmo Filho et al., 1991). O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2006). Na figura 2 é possível ver os registros climatológicos ocorridos durante o estudo.

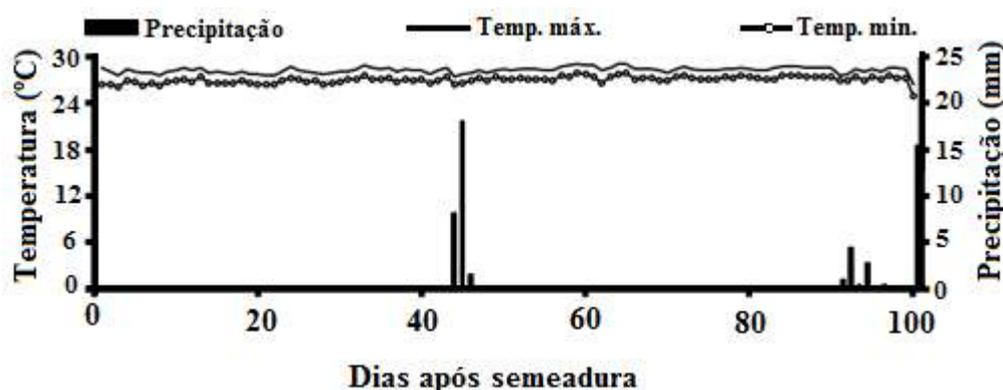


Figura 2. Dados da temperatura e precipitação pluvial registrado durante a condução do estudo, Mossoró, RN, 2011.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, aplicando seis tratamentos e cinco repetições, totalizando 30 parcelas. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 7 m de comprimento, contendo cada uma 47 plantas. Nas duas linhas centrais, descartando-se uma planta em cada extremidade, foram consideradas como área útil da parcela para as avaliações.

Os tratamentos resultaram da interação da irrigação com água de distintas salinidades em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, sendo a primeira fase do semeio até 30 dias (vegetativa); a segunda fase se inicia dos 31 aos 90 dias (reprodutiva); e a terceira fase após os 91 dias (colheita) (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos resultantes da combinação entre fases de desenvolvimento do algodão e águas de diferentes salinidades, Mossoró, RN.

Tratamentos	0 a 30 DAS	31 a 90 DAS	91 DAS até colheita
	Fases de desenvolvimento da planta		
	Vegetativa	Reprodutiva	Colheita
T1	S1	S1	S1
T2	S2	S2	S2
T3	S3	S3	S3
T4	S1	S2	S2
T5	S1	S2	S3
T6	S1	S3	S3

DAS - Dias apos semeadura; S1 = 0,55 dS m⁻¹; S2 = 2,16 dS m⁻¹; S3 = 3,53 dS m⁻¹

Através da Figura 3 a seguir é possível ter uma melhor visualização da área experimental, com os seis tratamentos distribuídos aleatoriamente em cada bloco.

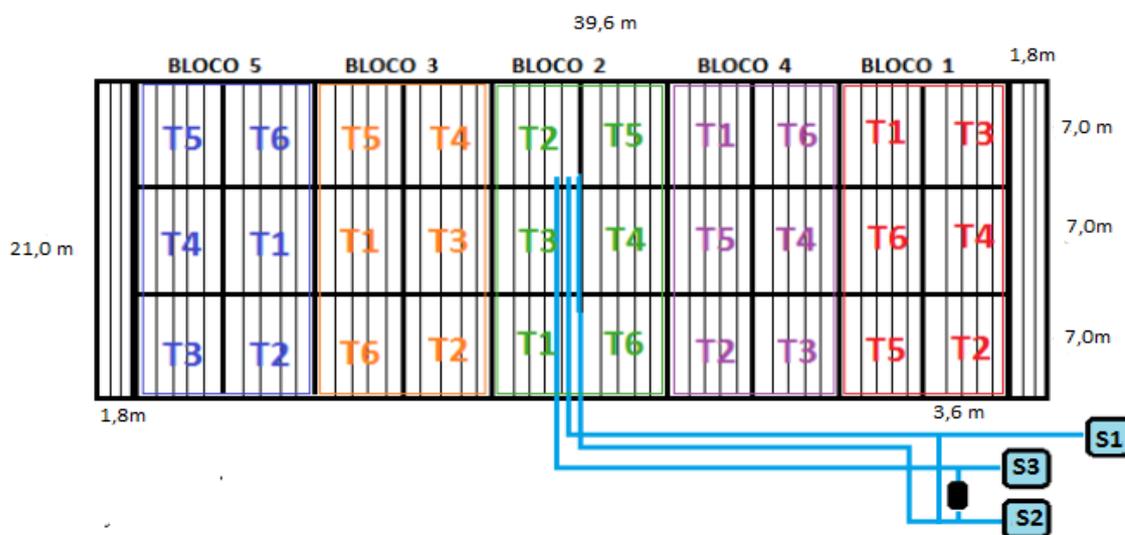


Figura 3. Croqui da área experimental, com delineamento de blocos casualizados, totalizando trinta parcelas.

A água de salinidade S_1 ($CE= 0,55 \text{ dS m}^{-1}$) usada nas irrigações foi retirada de um poço do aquífero Arenito Açú, a uma profundidade média de 1000 m. Já a água de salinidade S_3 ($CE=3,53 \text{ dS m}^{-1}$) foi preparada mediante a adição, na água S_1 , dos sais NaCl e $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ com dose de $3,975 \text{ kg}1000\text{L}^{-1}$ e $3,966 \text{ L}1000\text{L}^{-1}$, respectivamente. Esta proporcionalidade utilizada foi de acordo com Medeiros (1992), sendo esses valores uma aproximação representativa da maioria das fontes de água salina disponível no aquífero Calcário Jandaríra. Já a água de salinidade S_2 ($CE=2,16 \text{ dS m}^{-1}$) foi proveniente da mistura de volumes iguais das águas S_1 e S_3 . A salinidade da água de irrigação foi monitorada semanalmente, com o uso de condutivímetro, retirada uma alíquota de 500 ml dos reservatórios.

3.3 Cultura estudada

Foi utilizado a cultivar de algodão herbáceo BRS verde desenvolvida pela Embrapa Algodão, uma cultivar pouco estudada e de alto valor econômico, a qual tem o porte baixo (em torno de 1,40 m) e ciclo de 130-140 dias.

Antes do plantio foi feito o preparo do solo com grade aradora e nivelamento da área experimental. No semeio foram dispostas três sementes por cova, em uma profundidade média de 0,05 m com espaçamento de 0,15 m entre plantas e 0,9 m entre linhas. Aos 20 dias após o semeio foi realizado o desbaste deixando-se uma planta por cova, obtendo uma população de 6.204 plantas na área experimental.

3.4 Condução do experimento, irrigação, tratamentos culturais

Antes da instalação do experimento foi feita uma coleta de solo na área e análise das características químicas em laboratório (Tabela 3). Foi feita adubação a base de uréia e cloreto de potássio (KCl), dividida em três etapas, a primeira em fundação aplicando 20% de uréia e 50% de KCl. As outras duas foram feitas por fertirrigação, aos 15 DAE (40 % de uréia e 50% de KCl) e 40 DAE (40% de uréia). Lembrando que não foi feita adubação orgânica de fundação.

Tabela 3. Caracterização química do solo antes do experimento, Mossoró, RN, 2011.

Profundidades	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	t	CTC	pH	CE	MO	m	V	PST
	cmol _c dm ⁻³							dS m ⁻¹		%		
0-0,10 m	3,0	1,0	0,15	0,38	4,5	11,1	6,20	0,04	0,71	0	40,7	1,37
0,10-0,30m	1,0	2,0	0,07	0,49	5,1	10,2	5,20	0,05	0,58	29,6	35,1	0,68
0,30-0,50m	1,0	1,0	0,02	0,52	4,5	9,1	5,02	0,05	0,54	44,1	27,8	0,19

Íons cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), sódio (Na⁺), potássio (K⁺); capacidade de troca de cátions efetiva (t) e à pH 7,0 (CTC); matéria orgânica (MO), porcentagem de sódio trocável (PST).

Adotou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com emissores autocompensantes distribuídos em toda área experimental, apresentando um coeficiente de distribuição de 95% e vazão média de 1,8 L h⁻¹. A irrigação foi realizada de modo a repor a evapotranspiração da cultura, duas vezes ao dia, estimada para cada fase de desenvolvimento da planta a partir da evapotranspiração de referência (E_{to}) pelo método de Penman-Monteith e coeficiente de cultura (K_c).

A aplicação de fungicidas e inseticidas foi realizada primeiramente aos 30 dias após emergência das plântulas, e sempre que necessário ao longo do ciclo. Assim como as capinas para evitar a competição por ervas daninhas.

3.5 Variáveis avaliadas

Para as avaliações de crescimento foram escolhidas e identificadas com fitas quatro plantas na área útil da parcela no início do ciclo. As características avaliadas foram medidas cinco vezes ao longo do estudo (20, 40, 60, 80 e 100 DAS) e são: altura de planta (cm), determinada com o uso de uma fita métrica; diâmetro do caule (mm) utilizando um paquímetro e número de folhas, contadas manualmente nas plantas selecionadas em cada parcela.

Para a avaliação do estado nutricional das plantas foi coletada no período de florescimento, aos 65 DAS, a quinta folha do ápice para baixo de 20 plantas em cada parcela, baseado na recomendação da Malavolta (1997). A partir das amostras obtidas determinou-se os teores de macronutrientes (Ca, Mg, P, K e N em g kg⁻¹) e micronutrientes (Na, Mn, Zn, Fe e Cu em mg kg⁻¹) retidos nas folhas.

Foi demarcado um metro linear na área útil de cada parcela, de onde foi feita a colheita da pluma, a primeira coleta feita quando 60% dos capulhos da área experimental estavam abertos, e a partir daí estimada a produção por hectare. Também foi coletada a pluma de 20 capulhos de cada parcela para as análises de fibra.

A pluma, então, foi colocada em estufa (65°C), durante 72 horas até peso constante e analisada com relação às características intrínsecas do equipamento High Volume Instrument (HVI), obedecendo às normas internacionais para análise de fibra (ISO 139 ASTM D 1776/NBR8428-84), no Laboratório de Fibras e Fios da Embrapa Algodão, de acordo com Santana et al. (1999). As variáveis analisadas nesse trabalho foram: Porcentagem de fibra (%); Uniformidade de comprimento (%); Comprimento de fibra (mm); Maturidade; Resistência (gf/tex); Índice de micronaire; Índice de fibras curtas; alongamento da ruptura (%); Índice de fiabilidade; Peso do caroço(g); Peso do capulho(g) e peso da pluma(%).

Porcentagem de fibra: primeiramente efetua-se a pesagem da fibra com caroço em seguida será feito o deslincamento, novamente a fibra será pesada, agora sem caroço e a porcentagem de fibra será obtida pela relação: $(\text{massa da fibra} \div \text{massa da fibra com caroço}) \times 100$.

Uniformidade de Comprimento: Valor médio, em porcentagem, da uniformidade do comprimento das fibras, baseado na relação dos valores de comprimento “span 50%” e “span 25%”, fornecidos pelo HVI, a partir de cinco determinações feitas em cada amostra.

Comprimento da fibra: Valor médio, em milímetros, do comprimento “span 2,5%”, determinado pelo HVI (High Volume Instrument).

Maturidade: Valor médio referente à porcentagem de fibras maduras, determinado no HVI.

Resistência: Índice médio referente à resistência a tração de uma mecha de fibras, expresso em gf/Tex, determinado no HVI.

Índice Micronaire: Índice determinado no HVI, e que representa a finura da fibra, quando são iguais as condições de maturidade.

Índice de fibras curtas: É a porcentagem em peso de fibras com comprimento inferior a 2,7 mm.

Elongação a ruptura: É a distância do alongamento máximo das fibras no momento da ruptura, em porcentagem, determinado no modulo 910 do HVI.

Índice de fiabilidade: é um indicador da resistência dos fios, em especial de fios de rotor “open-end” que depende, essencialmente, da resistência das fibras individuais. O CSP poderá

ser obtido através da fórmula de correlação múltipla utilizada no sistema de análise de fibra dos equipamentos HVI (High Volume Instruments).

Os valores das variáveis: peso do caroço, peso da pluma e peso de um capulho, foram obtidos através da pesagem em balança científica, a partir dos 20 capulhos colhidos em cada parcela.

Ao longo de experimento foram realizadas cinco coletas de solo na área útil da parcela, em períodos de 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) e nas camadas de 0,0-0,10; 0,10-0,30; 0,30-0,50 m. Em cada parcela foram retiradas duas amostras simples a 10 cm da planta e uma terceira, distanciada 0,15 m à frente da planta, ao lado do gotejador, formando um triângulo (Figura 4).

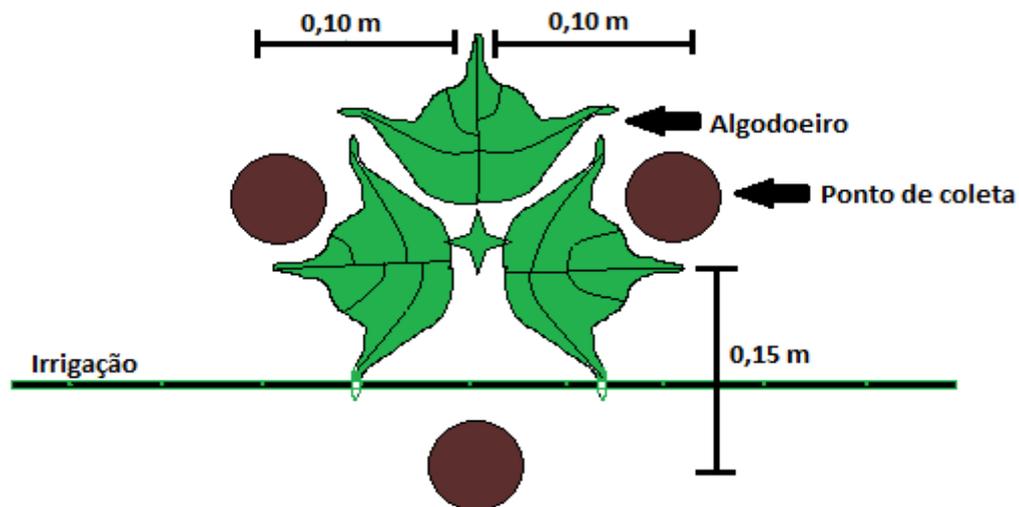


Figura 4. Esquema da coleta de solo, ao redor da planta, na área útil de cada parcela.

Após juntas, as três amostras simples de cada profundidade, compõe uma amostra composta, totalizando três amostras compostas por parcela, uma para cada profundidade, e 90 amostras em toda a área experimental. Estas tiveram a finalidade de avaliar as características químicas (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , pH, CE e PST) do solo sob aplicação de água salina, segundo as recomendações da EMBRAPA (2009).

3.6 Análise estatística

Os resultados obtidos aos 100 DAS foram tabulados e submetidos à análise de variância e teste de média (Tukey, $p < 0,05$), utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento do algodoeiro

Na época da colheita (100 DAS) verificou-se que houve diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis altura de planta e diâmetro do caule, enquanto o número de folhas foi não significativo (Tabela 4). Para a altura de planta o tratamento com maior média obtida foi o T1 (92,8 cm), sendo estatisticamente igual aos tratamentos (T4; T5; T6) com médias 88,0; 86,0; 80,4 cm respectivamente (Tabela 5). O tratamento T3 (76,4 cm), no qual se trabalhou com a maior salinidade na água de irrigação ($S3 = 3,53 \text{ dS m}^{-1}$), foi menor que a testemunha mas estatisticamente igual aos demais.

Tabela 4. Resumo da ANOVA para Altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm) e número de folhas em função dos tratamentos.

Fontes de variação	Quadrado médio			
	GL	Altura	Diâmetro	N. folhas
Bloco	4	18,47 ^{ns}	3,12 ^{ns}	215,70 ^{ns}
Tratamentos	5	205,47 ^{**}	4,54 ^{**}	261,47 ^{ns}
Resíduo	20	55,07	1,66	196,84
CV (%)		8,88	9,40	26,96

** - Significativo (1%); * - Significativo (5%); ^{ns} – Não significativo pelo teste F.

Tabela 5. Valores médios do diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas de algodão na época da colheita (100 Dias após a semeadura). Mossoró, RN, 2011.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	N. de folhas und
T1	92,80 a	15,20 a	51,40 a
T2	77,80 b	13,40 a b	42,80 a
T3	76,40 b	12,40 b	46,20 a
T4	88,00 a b	13,80 a b	61,00 a
T5	86,00 a b	14,20 a b	59,80 a
T6	80,40 a b	13,20 a b	51,00 a
Média	83,57	13,70	52,03

CV (%)	8,88	9,40	26,96
--------	------	------	-------

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos T2 e T3 não diferiram entre si para nenhuma dessas características ao crescimento da planta (Tabela 5), possivelmente em função da concentração excessiva de sódio na solução do solo. O acúmulo de sais no solo gera um gradiente osmótico que impede a absorção de água e nutrientes pelas plantas, afetando dessa forma algumas características fisiológicas, nesse caso a altura da planta.

Resultados semelhante a este estudo foram relatados por Graciano et al. (2011) ao estudarem o comportamento da cultivar BR 1 de algodoeiro, atribuindo o decréscimo em altura das plantas à redução do potencial osmótico da solução do solo devido ao incremento dos níveis de salinidade.

Conforme o teste de média (Tabela 5) verificou-se que na variável diâmetro do caule ocorreu diferença estatística para os tratamentos T1 e T3 com médias de 15,20 e 12,40 mm respectivamente. O tratamento com aplicação de água salina durante todo ciclo (T3) foi onde se constatou a menor média para o diâmetro do caule, sendo estatisticamente semelhante aos demais tratamentos, demonstrando desse modo que a salinidade dificulta o crescimento vegetativo.

Comparando este estudo com outras oleaginosas, Nery et al. (2009) ao avaliar os efeitos de salinidade (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) em pinhão-manso, observaram redução no diâmetro das plantas por aumento unitário da CEa. O mesmo foi observado na mamoneira, onde Cavalcanti et al. (2005) constataram que aos 80 dias após a germinação houve pequena redução no diâmetro de caule, com declínio de 0,2 mm (1,45%) por aumento unitário da CEa.

Tais resultados só reforçam que há diferenças dos efeitos de salinidade entre espécies de plantas, entre genótipos de uma mesma espécie e entre estádios de desenvolvimento de um mesmo genótipo (Sun et al., 2009; Yao et al., 2010).

Os resultados diferentes encontrados nesse estudo podem ter relação com o manejo adotado no ensaio, bem como a espécie tomada como referência e características edafoclimáticas.

Analisando dos dados referentes ao número de folhas aos 100 DAS, constata-se que a irrigação com água salina não influenciou essa variável (Tabela 5), pois todos os tratamentos são estatisticamente iguais. A combinação das salinidades no tratamento T4 ao longo do

tempo foi onde se obteve a maior média (61 folhas). A redução no número de folhas em condições de salinidade está relacionada com o aumento da pressão osmótica da água de irrigação, pois se torna mais negativo o potencial osmótico, dificultando a sua absorção e com isso a emissão de folhas.

Levando em consideração os gráficos de evolução desses parâmetros ao longo do ciclo do algodoeiro (Figura 5), nas variáveis altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas, o desenvolvimento foi semelhante para todos os tratamentos até os 60 DAS, onde, geralmente a partir desse período, a planta direciona suas energias para a reprodução. Merecem destaque os tratamentos T1, T4 e T5, com os maiores valores obtidos. Isso pode ser explicado pelo fato de o tratamento T1 receber água de baixa salinidade durante todo o cultivo e os tratamentos T4 e T5, água S1 na primeira fase e S2 na segunda e dessa forma não provocou grandes alterações nesse período.

Para o Diâmetro do caule (Figura 5 B) foi constatada redução desta variável com o aumento da CEA, podendo esse fato estar relacionado com os distúrbios fisiológicos ou bioquímicos na planta causados pela salinidade. No estudo realizado por Costa et al. (2013) aplicando água salobra de até $3,66 \text{ dS m}^{-1}$ de condutividade elétrica de acordo com a fase de desenvolvimento, o diâmetro do caule da mamona não diferiu entre os tratamentos em nenhuma das épocas avaliadas.

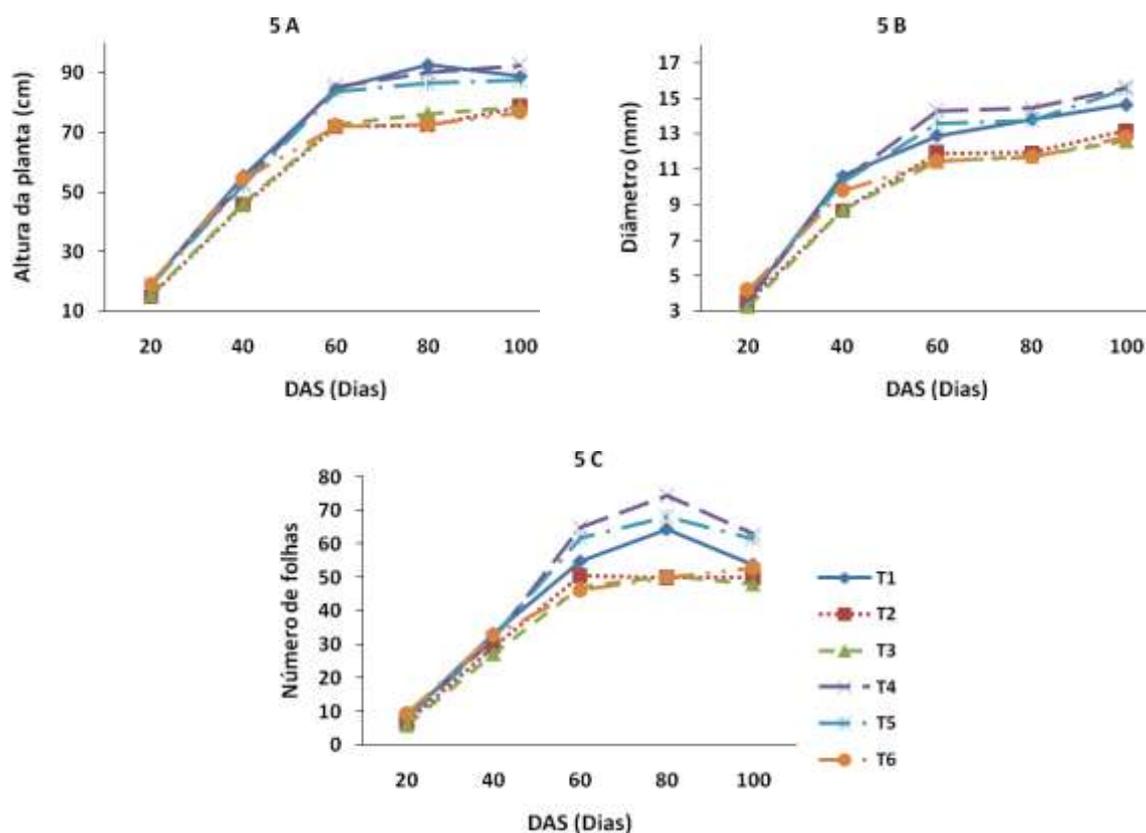


Figura 5. Altura da planta (5 A), diâmetro do caule (5 B) e número de folhas (5 C) do algodoeiro BRS verde avaliados em diferentes épocas e em função dos tratamentos aplicados.

Estudando a germinação e crescimento do algodão BRS verde sob estresse salino, Junior et al. (2005) obteve um decréscimo de 3,23% e de 5,68% ao diâmetro do caule e altura da planta, respectivamente, por incremento unitário da CEa na faixa de 2,0 a 9,5 dS m⁻¹. Nunes Filho (1993), estudando o comportamento de duas cultivares de algodoeiro, irrigadas com águas de condutividade elétrica variando de 0,7 até 12,0 dS m⁻¹, observou, também, redução da altura de planta, com o aumento da concentração salina na solução do solo.

4.2 Produção

Verifica-se que não houve influência significativa dos tratamentos sobre o número de capulhos e o peso da pluma (Tabela 6), mesmo havendo um leve decréscimo nessas duas variáveis com o aumento da concentração salina na água de irrigação e, conseqüentemente, no solo.

Tabela 6. Resumo da ANOVA para Peso da pluma (kg ha^{-1}) e Número de capulhos em função dos tratamentos.

Fontes de variação	Quadrado médio		
	GL	Peso da pluma	Nº de capulho
Tratamentos	5	481384,85 ^{ns}	178,27 ^{ns}
Bloco	4	150903,45 ^{ns}	53,95 ^{ns}
Resíduo	20	494488,47	248,99
CV (%)		37,51	41,56

** - Significativo (1%); * - Significativo (5%); ^{ns} – Não significativo pelo teste F.

Cada cultivar de algodoeiro apresenta características fisiológicas e morfológicas determinadas pelo seu genótipo que se reflete em comportamento distinto em relação aos efeitos da salinidade (Furtado et al., 2007). Isso pode explicar o resultado obtido no presente estudo, não havendo diferença estatística entre os tratamentos submetidos aos diferentes níveis de salinidade.

Junior et al. (2005) estudando a produção do algodão BRS verde sob estresse salino, com variação de salinidade de 2,0 a 9,5 dS m^{-1} , obtiveram um decréscimo linear no número de capulhos com o aumento da concentração salina da água usada na irrigação.

Ao testar diferentes genótipos de algodão em irrigação com água salina, Jácome (2003) demonstrou que, de maneira geral, o aumento da condutividade elétrica provoca redução significativa no número de capulhos por planta. Resultado diferente do obtido com o algodão BRS verde, onde não houve diferença significativa entre a testemunha (T1) e os demais tratamentos (Tabela 7). O mesmo autor constatou efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre o peso de pluma da variável CNPA 7H, na medida em que aumentaram os níveis de salinidade, reduzindo os valores dessa variável.

Ao estudar a produtividade da cultivar BRS verde em caroço adubado com dose de 12t ha^{-1} de torta PDS de mamona, rico em nitrogênio, Medeiros (2010) obteve um valor de 2.286 kg ha^{-1} . Valor aproximado aos obtidos nos tratamentos T1 e T5 (Tabela 7), sob a irrigação com água salobra e com a adubação de fundação no início do experimento.

Tabela 7. Médias do Peso da pluma (kg ha^{-1}) e Número de capulhos em função dos tratamentos.

Tratamentos	Peso da pluma	Número de capulhos
	kg ha^{-1}	
T1	2390,40 a	47,40 a
T2	1704,20 a	35,80 a
T3	1639,60 a	33,40 a
T4	1864,00 a	37,80 a
T5	2075,20 a	42,20 a
T6	1573,40 a	31,20 a
Média	1874,47	37,97
CV (%)	37,51	41,56

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

A partir desse estudo pode-se afirmar a resistência da variedade BRS verde a irrigação com água salobra até nível de $3,53 \text{ dS m}^{-1}$, sem ocorrer perdas na produção. Porém deve-se levar em consideração que o coeficiente de variação (CV) foi elevado nas duas variáveis, pois a amostragem foi de um metro linear na área útil de cada parcela, podendo ter influenciado este resultado.

Como a região possui duas fontes de água com salinidades diferentes, pode-se utilizar a de menor qualidade na irrigação da cultura e economizar a de melhor qualidade. Isso serve de alternativa para muitos produtores que não possuem uma fonte hídrica de qualidade ou sofrem com problema de solo salino/sódico em suas propriedades rurais.

4.3 Qualidade da fibra

De modo geral não se observou efeito da salinidade, na água de irrigação, sobre a qualidade de fibra do algodão BRS verde (Tabela 8). Tais resultados só reforçam a viabilidade do uso de água de alta salinidade (T3) ao longo de todo o ciclo da cultivar de algodão herbáceo BRS verde da Embrapa Algodão.

Tabela 8. Valores médios das variáveis: comprimento da fibra (UHM), uniformidade da fibra (UNF), índice de fibra curta (SFI) e resistência (STR) do algodão BRS verde, irrigado com água de diferentes níveis de salinidade alternados nas fases de desenvolvimento da cultura.

Tratamentos	UHM (mm)	UNF (%)	SFI (mm)	STR (g/tex)
T1	28,20 a	84,60 a	8,00 a	23,40 a
T2	28,60 a	84,40 a	8,00 a	23,40 a
T3	27,80 a	83,60 a	8,60 a	23,40 a
T4	27,60 a	83,80 a	8,20 a	24,20 a
T5	28,00 a	83,20 a	8,40 a	23,40 a
T6	27,40 a	84,20 a	8,20 a	22,20 a
Média	27,93	83,97	8,23	23,33
CV (%)	3,87	1,50	9,72	5,89

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Apesar de não ter sido observado diferença significativa na variável comprimento médio da fibra (UHM) verificou-se no tratamento T2 o maior valor médio (28,60mm) que, segundo a classificação de Fonseca (2002), é considerado como fibra longa. Alves (2006) atingiu um comprimento 29,13mm em fibras de algodão marrom com aplicação de lâmina de irrigação de 505 mm.

A média geral da uniformidade da fibra entre os tratamentos foi de 83,97% (Tabela 8), sendo classificado como elevado. Esse valor supera o padrão estipulado pela indústria têxtil que considera ideal o índice de uniformidade de comprimento de fibra variando entre 80 e 82% (Bolsa de mercadorias & futuros (s.d)). Porém o índice de fibra curta (SFI) se enquadra como baixa, com média de 8,23 mm. Lembrando que esses parâmetros e os subsequentes tiveram como referência os estudos de Fonseca (2002). A média de 23,4 g/tex obtida neste estudo para a resistência à ruptura (STR) está em uma faixa considerada como fraca (Fonseca, 2002).

Estudando a associação entre variáveis relacionadas à qualidade da fibra de algodoeiro irrigado submetido a diferentes doses de uréia, Luz et al., (2007) constataram que a BRS 201 possui fibra longa (30,4 mm), correspondendo ao comprimento comercial e resistência muito forte (36 g/tex); quando submeteu a cultura a diferentes doses de uréia. Tais resultados diferem dos encontrados nesse estudo principalmente pelas diferentes condições de manejo e cultivar estudada. Porém o índice de uniformidade de comprimento de fibra superior a 84% foi equivalente ao BRS verde.

A característica alongamento a ruptura (ELG) foi à única que ocorreu diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 9). No tratamento T4 o ELG obteve o maior valor médio (6,60%) seguido de T1(6,40%), valores que se enquadram no tipo regular. A ocorrência de alterações nesta variável pode ser devido a fatores genéticos ou mecanismos fisiológicos de resistência desta característica. Santana (2002), em estudos com a cultivar BRS 200 Marrom, obteve o valor de 7,5%, sendo superior a obtido nesse estudo.

Tabela 9. Valores médios das variáveis: alongamento a ruptura (ELG), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT) índice de fiabilidade (CSP) do algodão BRS verde, irrigado com água de diferentes níveis de salinidade alternados nas fases de desenvolvimento da cultura.

Tratamentos	ELG (%)	MIC	MAT	CSP
T1	6,40 a b	3,00 a	1,00 a	2649,40 a
T2	6,00 b	3,00 a	1,00 a	2662,40 a
T3	6,00 b	3,00 a	1,00 a	2528,60 a
T4	6,60 a	3,00 a	1,00 a	2545,80 a
T5	6,00 b	3,00 a	1,00 a	2493,20 a
T6	6,00 b	3,00 a	1,00 a	2534,80 a
Média	6,17	3,00	1,00	2569,03
CV (%)	4,77	1,02	1,12	8,54

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao índice de micronaire (MIC) as médias foram de 3,00, que segundo Fonseca (2002) é considerada fina (de 3,0 a 3,9). Bezerra (2003), avaliando a qualidade de fibra de algodão herbáceo BRS 201 com o efeito da época de interrupção da irrigação nos anos de 2000 e 2002, obteve uma média para esse índice de 4,96, valor bem acima da obtida no presente estudo e de excelente qualidade para o mercado.

Embora o índice micronaire não represente literalmente a finura da fibra, reconhece-se que esta é uma medição muito importante para o estabelecimento do valor do algodão constituindo-se, inclusive, em um critério de seleção na produção de fios, pois, de posse deste valor, é possível avaliar-se com grande precisão a massa de fibra que comporá a seção transversal do fio, o que influi diretamente na resistência deste último (Fonseca, 2002).

O grau de maturidade (MAT) foi de 1,0 para todos os tratamentos, que para a indústria têxtil é considerado um grau muito maduro. Já o CSP (índice de fiabilidade), que é uma característica de resistência dos fios e depende essencialmente da tenacidade individual das

fibras, também apresentou um bom resultado comercial, com média de 2662,40 no tratamento T2, que baseado em Fonseca et al (2002), é considerado de alto a muito alto.

De acordo com a Tabela 10, observa-se que as variáveis peso de caroço, porcentagem de fibra, peso da pluma e peso de um capulho também não foram influenciadas pelos tratamentos estudados. Ressaltando aqui o peso de um capulho que atingiu a média de 6,53 g, superior ao obtido por Bezerra (2003) com a cultivar BRS 201 em sistema de interrupções na irrigação, cuja média foi de 5,57 g. Todavia, a porcentagem de fibra obtida pelo mesmo autor foi superior ao presente estudo, com médias que variaram de 39,83% a 40,87%, enquanto a variedade BRS verde apresentou média de 27,23%, bem abaixo dos padrões da maioria das cultivares.

Tabela 10. Valores médios das variáveis: peso de caroço, porcentagem de fibra, peso da pluma e peso de um capulho do algodão BRS verde, irrigado com água de diferentes níveis de salinidade alternados nas fases de desenvolvimento da cultura.

Tratamentos	Caroço (g)	Fibras (%)	Pluma (g)	Capulho (g)
T1	138,20 a	27,60 a	37,60 a	7,20 a
T2	128,40 a	27,00 a	34,60 a	6,40 a
T3	134,20 a	27,20 a	36,40 a	6,80 a
T4	124,00 a	28,00 a	34,60 a	6,20 a
T5	123,00 a	27,20 a	33,40 a	6,20 a
T6	123,20 a	26,40 a	32,40 a	6,40 a
Média	128,50	27,23	34,83	6,53
CV (%)	9,92	5,14	10,54	10,89

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Oliveira et al. (2008) aplicando quatro dosagens de nitrogênio: 0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N no cultivo de algodão verde, atingiu um peso de capulho de 7,76 g com aplicação ao solo de 122 kg ha⁻¹ de N-uréia. No presente trabalho, mesmo sob condições de salinidade, a cultivar ainda apresentou um bom resultado.

Vale ressaltar que existe pouca literatura referente aos efeitos do uso de águas salinas e seus efeitos sobre as características tecnológicas da fibra do algodoeiro, havendo a necessidade de estudos que abordem esse tema.

Diante dos resultados obtidos para as características tecnológicas da cultivar BRS verde, observa-se a viabilidade do uso de água salina até nível de 3,53 dS m⁻¹ ao longo de todo ciclo.

O uso dessas águas de qualidades inferiores pode aumentar a disponibilidade das águas de melhor qualidade, possibilitando uma redução no seu consumo.

Esta é uma informação importante, tendo em vista que muitos produtores na região de Mossoró não dispõem de recursos para explorar água de poços profundos (água de baixa salinidade), em virtude dos altos custos de sua captação.

4.4 Atributos químicos do solo

No presente estudo, mesmo submetido à irrigação com condutividade elétrica de 3,53 dS m⁻¹, o resultado foi não significativo para o pH entre os tratamentos (Tabela 11) pois se manteve elevado no solo, com valores acima de 7, não diferindo estatisticamente nas profundidades de 0,0-0,10m, 0,10-0,30m e 0,30-0,50m de acordo com o teste Tukey de médias (Tabela 12).

Tabela 11. Resumo da ANOVA para pH, condutividade elétrica (CE), sódio trocável (Na⁺) e porcentagem de sódio trocável (PST) aos 100 DAS nas camadas 0-0,10; 0,10-0,30; 0,30-0,50 m, em função dos tratamentos.

Quadrado médio					
Camada 0,0-0,10m					
Fontes de variação	GL	PH	CE	Na ⁺	PST
Tratamentos	5	0,14 ^{ns}	10,27 ^{**}	3,18 ^{**}	632,84 [*]
Bloco	4	0,13 ^{ns}	3,78 ^{ns}	1,22 ^{ns}	315,79 ^{ns}
Resíduo	20	0,07	2,22	0,49	200,82
CV (%)	-	3,81	44,29	64,07	42,25
Camada 0,10-0,30m					
Fontes de variação	GL	PH	CE	Na ⁺	PST
Tratamentos	5	0,27 ^{ns}	3,95 [*]	1,31 ^{ns}	415,93 ^{ns}
Bloco	4	0,08 ^{ns}	5,05 [*]	1,00 ^{ns}	225,28 ^{ns}
Resíduo	20	0,12	1,17	0,38	175,10
CV (%)	-	4,90	42,14	73,97	45,03
Camada 0,30-0,50m					
Fontes de variação	GL	PH	CE	Na ⁺	PST
Tratamentos	5	0,30 ^{ns}	6,67 [*]	1,79 [*]	590,15 [*]
Bloco	4	0,22 ^{ns}	6,87 [*]	3,42 ^{**}	1037,76 ^{**}
Resíduo	20	0,09	1,91	0,48	146,72
CV (%)	-	4,30	45,52	59,18	36,19

** - Significativo (1%); * - Significativo (5%); ^{ns} – Não significativo pelo teste Tukey.

Tabela 12. Médias de pH, condutividade elétrica (CE) do estrato 1:5, sódio trocável (Na^+) e porcentagem de sódio trocável (PST) aos 100 DAS nas camadas 0-0,10; 0,10-0,30; 0,30-0,50 m, em função dos tratamentos.

Tratamentos	Atributos químicos do solo		
	pH		
	0,0-0,10 m	0,10-0,30m	0,30-0,50m
T1	7,40 a	7,60 a	7,60 a
T2	7,00 a	7,20 a	7,40 a
T3	7,00 a	7,00 a	7,00 a
T4	7,00 a	7,00 a	7,20 a
T5	7,00 a	7,00 a	7,00 a
T6	7,20 a	7,20 a	6,80 a
Tratamentos	CEes (dS m^{-1})		
	0,0-0,10 m	0,10-0,30m	0,30-0,50m
	T1	1,80 b	1,20 b
T2	2,60 b	2,00 a b	2,80 a b
T3	5,60 a	3,00 a b	4,20 a
T4	2,60 b	2,80 a b	2,80 a b
T5	3,00 a b	2,60 a b	3,40 a b
T6	4,60 a b	3,80 a	4,00 a
Tratamentos	Na^+ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		
	0,0-0,10 m	0,10-0,30m	0,30-0,50m
	T1	0,40 b	0,20 a
T2	0,80 a b	0,20 a	1,00 a b
T3	2,20 a	1,40 a	2,00 a
T4	0,40 b	1,00 a	1,00 a b
T5	0,80 a b	1,00 a	1,40 a b
T6	2,00 a	1,20 a	1,40 a b
Tratamentos	PST (%)		
	0,0-0,10 m	0,10-0,30m	0,30-0,50m
	T1	20,31 b	13,52 b
T2	39,25 a b	26,12 a b	31,04 a b
T3	49,59 a	40,81 a	44,60 a
T4	24,69 a b	33,08 a b	31,48 a b
T5	27,03 a b	32,24 a b	41,43 a
T6	40,38 a b	30,55 a b	38,08 a b

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à condutividade elétrica (CE) do estrato 1:5, quanto maior a salinidade da água aplicada por período maior a CE do solo. Houve diferença significativa entre os tratamentos, onde os maiores índices correspondem ao tratamento T3 e T6, nas três profundidades estudadas, e os mais baixos ao tratamento T1, tido como testemunha (Tabela 12).

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SiBCS 2013), os solos que receberam os tratamentos T3 e T6, nas camadas de 0-0,10 e 30-50m, apresentaram um caráter salino, indicada por condutividade elétrica do extrato de saturação igual ou maior que 4 dS m^{-1} e menor que 7 dS m^{-1} (EMBRAPA, 2013).

Para a variável porcentagem de sódio trocável (PST) houve diferença estatística entre os tratamentos onde T3, mais uma vez, atingiu as maiores médias nas três camadas de solo estudadas (Tabela 12), pois está diretamente relacionado com a CE e Na^+ , que tiveram a mesma resposta.

Queiroz e Büll (2001) ao estudarem a absorção de cátions por genótipos de algodão (Acala 1, Precoce 1, IAC 19, IAC 20 e Epamig 4) obtiveram uma PST de 17 % com salinidade de 8 dS m^{-1} , porém com cultivo em vaso. Este resultado foi inferior ao obtido na presente pesquisa que, mesmo com uma CE de $3,53 \text{ dS m}^{-1}$ atingiu PST de 49,59; 40,81 e 44,60 % respectivamente nas três profundidades.

Ao longo do ciclo do algodoeiro os valores dessas variáveis foram crescentes até os 60 DAS, seguindo de um declínio da metade para o final do ciclo (Figura 6, 7, 8), com exceção de T1 que se manteve praticamente constante durante o período de avaliação em todas as variáveis. Os maiores valores correspondem ao tratamento T3, que recebeu a maior salinidade, seguido por T2 e T6.

Isso pode ser explicada pela posição do bulbo úmido onde o solo foi monitorado, pois nessa região ocorre lixiviação vertical e horizontal, levando os sais para a periferia mais distante (Dias et al., 2004). Vale ressaltar que o solo apresente uma boa permeabilidade, proporcionando uma boa lixiviação e uniformidade dos sais ao longo do perfil. Também ocorreram precipitações pluviométricas aproximadamente aos 90 DAS, de acordo com o gráfico meteorológico apresentado na metodologia, causando uma lavagem dos sais.

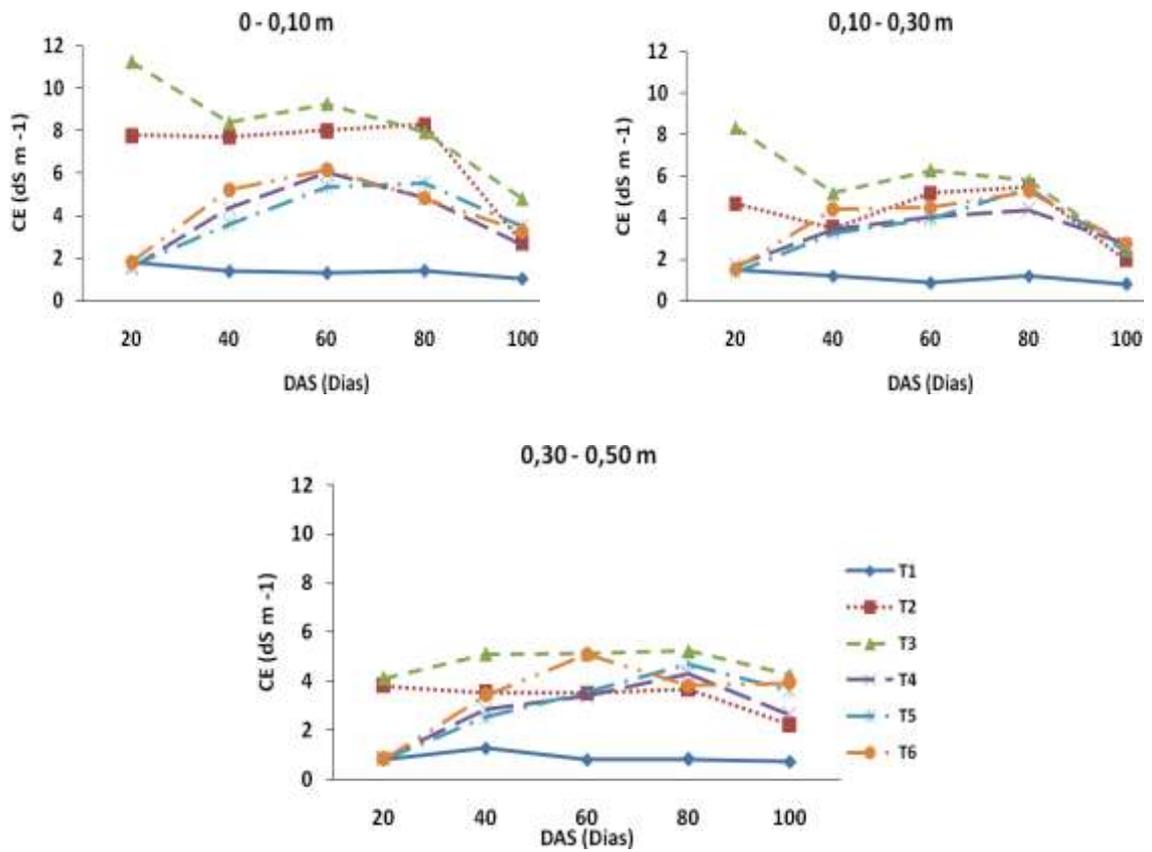


Figura 6. Evolução da condutividade elétrica (CE) em um Argissolo ao longo do ciclo do algodão em função dos tratamentos nas camadas de 0,0-0,10 m, 0,10-0,30 m e 0,30-0,50 m.

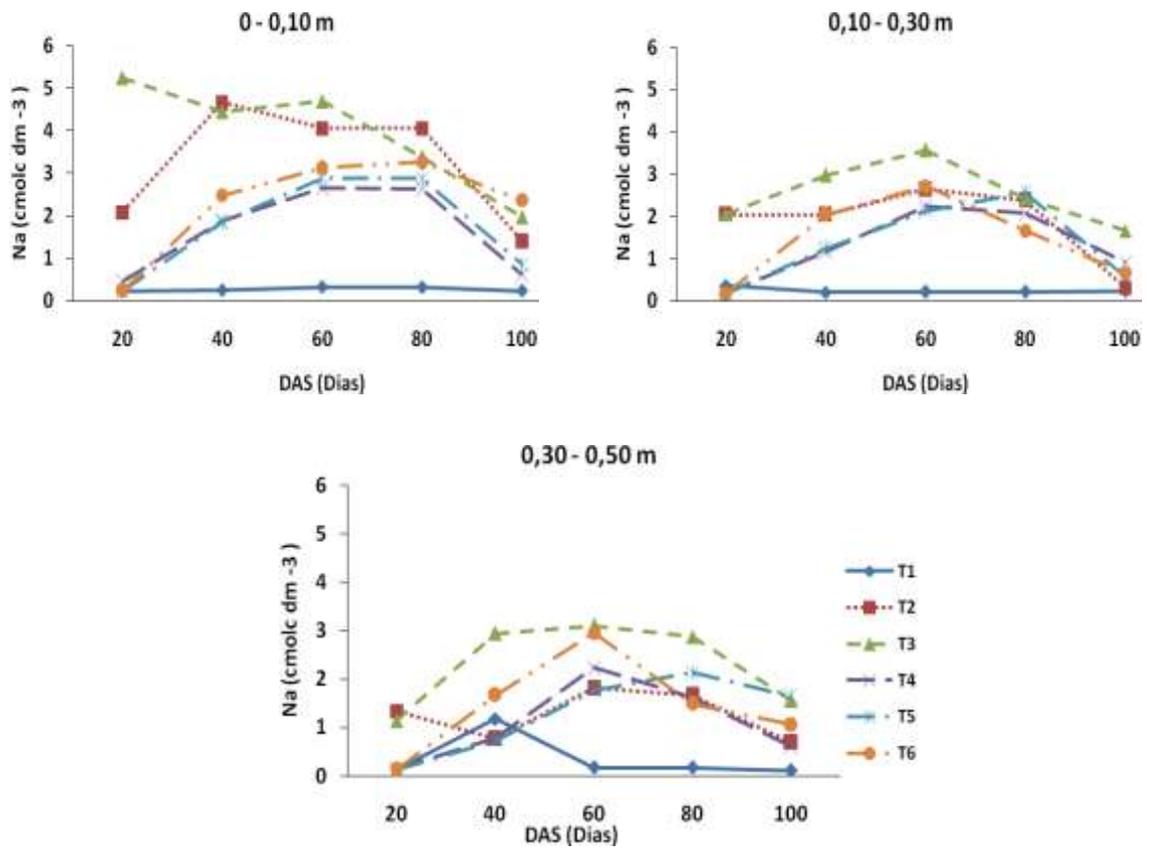


Figura 7. Evolução do sódio trocável (Na^+) em um Argissolo ao longo do ciclo do algodão em função dos tratamentos nas camadas de 0,0-0,10 m, 0,10-0,30 m e 0,30-0,50 m.

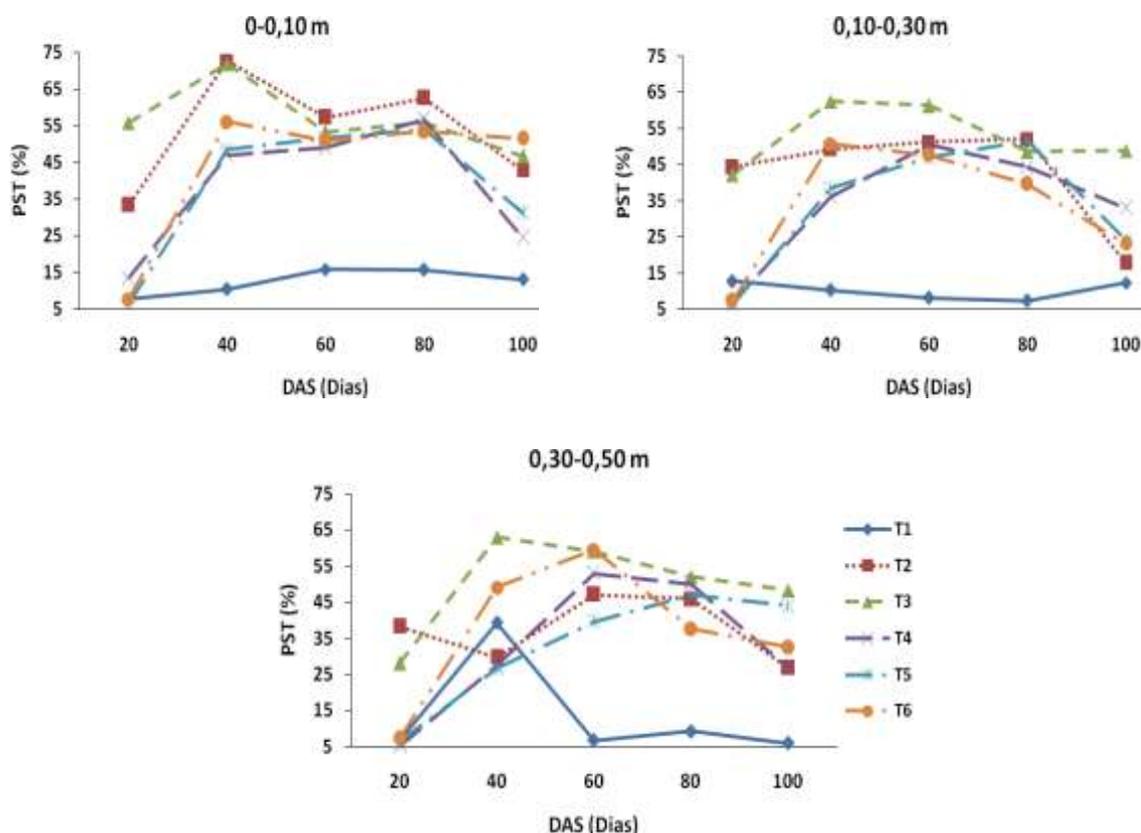


Figura 8. Evolução da porcentagem de sódio trocável (PST) em um Argissolo ao longo do ciclo do algodão em função dos tratamentos nas camadas de 0,0-0,10 m, 0,10-0,30 m e 0,30-0,50 m.

O comportamento do sódio foi praticamente o mesmo ao longo das três profundidades, com os maiores teores correspondentes aos tratamentos T3 e T2, principalmente dos 20 aos 40 DAS (Figura 7). Isso porque estes receberam, respectivamente, água de tipo S3 e S2 na primeira fase enquanto os demais tratamentos receberam água do tipo S1. Nas duas fases seguintes, após a alteração das águas, os níveis de Na^+ aumentaram, com exceção de T1 que recebeu água S1 durante todo o ciclo. Próximo aos 100 DAS o nível de Na^+ diminuiu, devido à precipitação pluviométrica, causando a lavagem dos sais.

A presença de sódio em excesso no solo pode causar a deficiência ou inibir a absorção de outros elementos, devido à precipitação (Almeida, 2010). Para adotar uma das estratégias de irrigação do presente estudo é recomendado o cultivo em solos permeáveis, de drenagem adequada e com aplicação de um excesso de água para lixiviar os sais.

4.5 Estado nutricional da planta

4.5.1 Macronutrientes

A avaliação do estado nutricional da planta, no período de florescimento, revelou que houve diferenças significativas entre os tratamentos para os nutrientes potássio e cálcio, enquanto o nitrogênio, fósforo e magnésio não diferiram estatisticamente. (Tabela 13).

O N é o nutriente que mais limita o crescimento da planta e sua média de acumulação no tecido vegetal foi de 28,22 g kg⁻¹ (Tabela 14). Este valor é inferior ao nível crítico de N para a cultura do algodoeiro, que é de 32,0 g kg⁻¹ (Dechen et al., 2007a).

Os efeitos da salinidade podem causar redução na absorção de nitrogênio, principalmente na forma de NO₃⁻, e causar restrição no seu carregamento para o xilema (Debouba et al., 2006; Miller et al., 2007). Porém no presente estudo, mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos, T3 teve uma média maior que a testemunha T1.

Tabela 13. Resumo da ANOVA para os macro nutrientes nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) na folha diagnóstica do algodoeiro em função dos níveis de salinidade na água de irrigação e o estágio de desenvolvimento.

Fontes de variação	Quadrado de média					
	GL	N	K	P	Mg	Ca
Bloco	4	39,73 ^{ns}	3,53 ^{**}	0,45 ^{ns}	0,55 ^{ns}	10,30 ^{ns}
Tratamentos	5	32,65 ^{ns}	4,40 ^{**}	0,35 ^{ns}	1,89 ^{ns}	129,50 ^{**}
Resíduo	20	20,93	1,13	0,17	0,81	32,30
CV (%)		16,22	10,86	20,28	11,64	15,32

** - Significativo (1%); * - Significativo (5%); ^{ns} - Não significativo pelo teste F.

A salinidade pode diminuir a concentração de P no tecido das plantas devido aos efeitos de força iônica que reduzem a atividade do fosfato na solução do solo, da elevada adsorção do fosfato e da diminuição da solubilidade deste mineral com o aumento dos níveis de NaCl no solo (Sharpley et al., 1992).

Porém, estudo em questão, houve um pequeno incremento na constituição foliar das plantas submetidas aos tratamentos T3 (2,20 g kg⁻¹) e T4 (2,40 g kg⁻¹), com a maior absorção deste nutriente (Tabela 14). A concentração de P nos tratamentos está em um nível satisfatório para a cultura que, segundo Malavolta (2004), é de 2,0 a 2,5 g kg⁻¹, com exceção de T6 que teve uma média de 1,6 g kg⁻¹.

Tabela 14. Média dos macronutrientes nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg) e cálcio (Ca), em g kg⁻¹, na folha diagnóstica do algodoeiro em função dos níveis de salinidade na água de irrigação aplicado em distintos estádios, de acordo com o teste de Tukey.

Tratamentos	N	K	P	Mg	Ca
T1	24,41 a	11,20 a	2,00 a	6,80 a	28,00 b
T2	30,36 a	9,40 a b	2,00 a	7,20 a	38,20 a b
T3	30,54 a	9,00 b	2,20 a	8,40 a	41,80 a
T4	29,40 a	10,60 a b	2,40 a	8,20 a	41,00 a
T5	28,88 a	9,80 a b	2,00 a	7,80 a	34,80 a b
T6	25,70 a	8,80 b	1,60 a	8,00 a	38,80 a b
Média	28,22	9,80	2,03	7,73	37,10
CV (%)	16,22	10,86	20,28	11,64	15,32

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Para justificar essa contrariedade Grattan & Grieve (1999) afirmam que a interação entre salinidade e o teor de fósforo nas plantas é complexa e dependente da espécie, cultivar, estágio fenológico da planta, concentração de fósforo no substrato, tipos de sais e nível de salinidade.

Para o nutriente Potássio (K) houve diferença estatística entre os tratamentos, onde T1 obteve a média de 11,2 g kg⁻¹, enquanto as menores médias correspondem aos tratamentos T3 e T6 (9,0 e 8,8 g kg⁻¹ respectivamente). Reduções na absorção de K pelo algodão com a elevação do teor de Na no solo, também foi observado por Queiroz & Büll (2001). Isso pode explicar o nível de K abaixo da faixa considerada adequada por Malavolta (2004) que seria de 14 a 16 g kg⁻¹.

O teor de cálcio (Ca) retido no tecido vegetal do algodoeiro diferiu significativamente entre os tratamentos avaliados (Tabela 14). As maiores médias correspondem a T3 (41,8 g kg⁻¹) e T4 (41,0 g kg⁻¹) e mais uma vez tendo como referência os estudos de Malavolta (2004), esses valores se encontram acima da faixa adequada de Ca nas folhas, 30 a 40 g kg⁻¹.

O cálcio em solução pode interferir a absorção de outros nutrientes. A absorção do magnésio, por exemplo, pode ser fortemente afetada pela disponibilidade de K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺ (Dechen & Nachtigall, 2007). Para o Mg não houve diferença estatística entre os tratamentos, obtendo uma média geral de 7,7 g kg⁻¹. Mesmo com os altos valores de cálcio na planta e em

solução, não ocorreu interferência na absorção de magnésio e seu teor no tecido vegetal foi superior a faixa determinada por Malavolta (2004) de 4,0 a 5,0 g kg⁻¹ para o algodoeiro.

Queiroz & Büll (2001) afirmam que com a elevação da salinidade na solução do solo, a absorção de cálcio e magnésio pelas cultivares de algodão Acala 1 e IAC 19 foi reduzida significativamente, o que pode significar uma resistência na absorção e nutrientes da cultivar BRS verde comparada as demais.

4.5.2 Micronutrientes e sódio

Em relação aos micronutrientes do material foliar (Tabela 15), foram obtidos resultados significativos para o sódio (Na), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn), com diferença estatística entre os tratamentos, porém não significativo para ferro (Fe).

O maior teor de sódio (Tabela 16) encontrado no tecido vegetal corresponde ao tratamento T3 (5,20 mg kg⁻¹). Os sais são absorvidos juntamente com a água pelas plantas, com isso a quantidade absorvida será proporcional a quantidade disponível em solução. Por isso o nível de Na nas folhas é maior no tratamento T3, cuja água de irrigação aplicada durante todo o estágio de desenvolvimento da cultura possui 3,53 dS m⁻¹ de condutividade elétrica.

Tabela 15. Resumo da ANOVA para os micronutrientes sódio (Na), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe) na folha diagnóstica do algodoeiro em função dos níveis de salinidade na água de irrigação e o estágio de desenvolvimento.

Fontes de variação	GL	Quadrado de média				
		Na	Zn	Cu	Mn	Fe
Bloco	4	0,47 ^{ns}	94,05 ^{ns}	1,03 ^{**}	305,97 ^{ns}	1079,38 [*]
Tratamentos	5	3,90 [*]	165,20 ^{**}	1,82 [*]	3837,50 [*]	267,31 ^{ns}
Resíduo	20	0,37	60,15	0,35	191,07	168,46
CV (%)		14,77	30,53	7,16	20,00	24,60

** - Significativo (1%); * - Significativo (5%); ^{ns} – Não significativo pelo teste F.

Tabela 16. Média dos micronutrientes sódio (Na), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe), em mg kg⁻¹, na folha diagnóstica do algodoeiro em função dos níveis de salinidade na água de irrigação aplicado em distintos estádios, de acordo com o teste de Tukey.

Tratamentos	Na	Zn	Cu	Mn	Fe
T1	2,80 c	23,20 a b	7,60 b	40,20 d	44,40 a
T2	4,00 a b c	25,20 a b	8,40 a b	80,80 b	50,20 a
T3	5,20 a	36,20 a	9,40 a	116,00 a	65,00 a
T4	3,80 b c	25,00 a b	8,20 b	61,40 b c d	47,80 a
T5	3,80 b c	19,00 b	8,20 b	40,60 c d	52,40 a
T6	5,00 a b	23,80 a b	8,00 b	71,60 b c	56,80 a
Média	4,10	25,40	8,30	69,10	52,77
CV (%)	14,77	30,53	7,16	20,00	24,60

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

No estudo de Queiroz & Büll (2001) o resultado foi semelhante, pois a absorção de sódio elevou-se com a elevação na concentração deste na solução do solo, onde cultivar IAC 20 armazenou 3,6 mg kg⁻¹ em tecido vegetal sob salinidade de 8 dS m⁻¹ e depois 11,3 mg kg⁻¹ sob salinidade de 16 dS m⁻¹.

Em relação ao nutriente Zn, nota-se grande concentração deste elemento nas folhas de plantas submetidas ao tratamento T3 (36,20 mg kg⁻¹), a maior combinação de salinidade proposta, com resultado muito acima do nível ideal de Zn em algodoeiro que varia de 10 a 15 mg kg⁻¹ (Malavolta, 1997; Galvão, 2002).

O Fe não diferiu estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 16) e a média geral foi de 52,77 mg kg⁻¹, o resultado se encontra dentro da faixa adequada para a cultura de 50 a 250 mg kg⁻¹ (Malavolta, 1997; Galvão, 2002). Para os nutrientes cobre e Manganês as plantas irrigadas com salinidade de 3,54 dS m⁻¹ (T3) tiveram as maiores médias nesse tratamentos.

Os níveis de manganês estão muito abaixo do intervalo considerado adequado para o algodoeiro, por Galvão (2002) que é de 50 a 350 g kg⁻¹. Também não representa nenhum risco de fitotoxicidade a cultura, uma vez que Foy et al. (1995) observaram toxidez por manganês em plantas de algodoeiro com teores foliares a partir de 1.500 mg kg⁻¹. Sendo assim, a salinidade não prejudicou a absorção da maioria dos nutrientes requisitados pelo algodoeiro, que se mantiveram disponíveis em solução.

5 CONCLUSÕES

1. A cultivar BRS verde sofreu redução em seus parâmetros de crescimento. Porém a produção não diferiu estatisticamente entre os tratamentos.
2. No geral, não houve efeito da salinidade da água de irrigação na qualidade de fibra do algodão BRS verde, com exceção da característica intrínseca alongamento a ruptura (ELG), o que torna essa variável o melhor indicativo de sensibilidade para estudos posteriores.
3. O pH se manteve alcalino e a condutividade elétrica (CE), concentração de Na^+ e a PST foram equivalentes ao nível de salinidade das águas.
4. A absorção dos macro e micronutrientes não foi alterada pela salinidade, com exceção de N e K, se mantendo na faixa adequada para a cultura.
5. É viável o uso de água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) ao longo de todo o ciclo da cultura, sendo uma boa alternativa para produtores, pois possibilita a redução no consumo de águas de melhor qualidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencar, R. D.; Porto Filho, F. Q.; Medeiros, J. F. de; Holanda, J. S.; Porto, V. C.; Ferreira Neto, N. M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p. 221-226, 2003.

Alian, A.; Altman, A.; Heuer, B. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh tomato cultivars. *Plant Science*, v. 152, p. 59-65. 2000.

Almeida, O. A. Qualidade da água de irrigação. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 228 p.

Alves, W. W. A. Fertirrigação com água residuária na cultura do algodão de fibra marrom. Campina Grande: UFCG, 2006. 212p. Tese doutorado.

Amorim, J. R. A.; Resende, R. S.; Cruz, M. A. S.; Bassoi, L. H.; Silva Filho, J. G. Determinação da eficiência de uso da água na parcela de irrigação, no perímetro irrigado Califórnia, em Sergipe. Aracaju: EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS. 2010. 6 p.

Assad, E. D.; Pinto, H. S. Aquecimento global e cenários futuros da agricultura brasileira. São Paulo: Embrapa Agropecuária CEPAGRI/UNICAMP, 2008. 84p.

Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade de água para a agricultura. Traduzida por Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

Beltão, N. E. M.; Azevedo, D. M. P. Prefácio. In:_____(Ed.). Agronegócio do algodão no Brasil. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2008, p. 13.

Bezerra, J. R. C.; Luz, M. J. S.; Pereira, J. R.; Dias, J. M.; Santos, J. W.; Santos, T. S. Rendimento e qualidade da fibra do algodoeiro herbáceo em diferentes épocas de interrupção da irrigação. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.7, p.719-726, 2003.

Bolsa de mercadorias & futuros. Resultados de testes no HVI e sua interpretação. São Paulo, s.d. Não paginado.

Cabanero, F. J.; Martinez, V.; Carvajal, M. Does calcium determine waterup take under saline conditions in pepper plants, or is it water flux, which determines calcium up take. *Plant Science*, v.166, p.443-450, 2004.

Calixto, F. H.; Lira, W. S.; Cândido, G. A.; Vasconcelos, A. C. F. A tecnologia do algodão colorido como alternativa para o desenvolvimento sustentável no setor agrícola. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2009, 12 p.

Campos, J. H. B. C.; Silva, V. P. R.; Azevedo, P. V.; Borges, C. J. R.; Soares, J. M.; Moura, M. S. B.; Silva, B. B. Evapotranspiração e produtividade da mangueira sob diferentes tratamentos de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 150-156, 2008.

Carmo Filho, F.; Espínola Sobrinho, J.; Maia Neto, J. M. Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1989 a dezembro de 1990). Mossoró: ESAM, FGD, 1991. 110p.

Carvalho, L. P.; Andrade, F. P.; Filho, J. L. S. Cultivares de algodão colorido no Brasil, nota científica. Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas, v.15, p. 37-44, 2011.

Cavalcanti, M. L. F.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Barros Júnior, G.; Soares, F. A. L.; Siqueira, E. C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: Germinação e características de crescimento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.57-61, 2005.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Algodão. 2012. 12 p.

Costa, M. E.; Morais, F. A.; Souza, W. C. M.; Gurgel, M. T.; Oliveira, F. H. T. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. Revista Ciência Agronômica, v. 44, p. 34-43, 2013.

Costa, R. G. Caracterização da qualidade de água de irrigação na microrregião homogênea de Catolé do Rocha (MRH - 89). Campina Grande: UFPB, 1982. 89 p. Dissertação Mestrado.

Debouba, M. et al. Salinity induced tissue-specific diurnal changes in nitrogen assimilatory in tomato seedlings grown under nitrate medium. Plant Physiology and Biochemistry, v. 44, p. 409-419, 2006.

Dechen, A. R.; Nava, G.; Bataglia, O. C. Métodos de avaliação do estado nutricional das plantas para nitrogênio e enxofre. In: Yamada, T.; Abdalla, S. R. S.; Vitti, G. C. Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: IPNI, 2007 (a). p. 251-275.

Dechen, A. R.; Nachtigall, G. R. Elementos requeridos a nutrição de plantas. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 91-132.

Dias, N. S.; Blanco, F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 129-141.

Dias, N. S.; Duarte, S. N.; Teles Filho, J. F.; Yoshinaga, R. T. Salinização do solo por aplicação de fertilizantes em ambiente protegido. Revista Irriga, v. 12, p. 135-143, 2007.

Dias, N. S.; Medeiros, J. F.; Gheyi, H. R.; Silva, F. V.; Barros, A. D. Evolução da salinidade em um argissolo sob cultivo de melão irrigado por gotejamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 8, p. 240-246, 2004.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 353p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Algodão. Campina Grande: Embrapa Algodão 2013, Folder. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/index.html>>. Acesso em: 12 out, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 225p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, BRS Verde. Campina Grande: Embrapa Algodão 2002, Folder.

Ferreira, P. A.; Silva, J. B. L.; Ruiz, H. A. Aspectos físicos e químicos do solos em regiões áridas e semiáridas. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 21-41.

Ferreira, D. F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras: UFV, 2008. 66p.

Fonseca, R. G. Resultados de ensaio HVI e suas interpretações. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 13 p.

Foy, C. D.; Weil, R. R.; Coradetti, C. A. Differential manganese tolerances of cotton genotypes in nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, n.18, p. 685-706, 1995.

Furtado, R. F.; Mano, A. R. O.; Alves, C. R.; Freitas, S. M.; Medeiros Filho, S.; Efeito da salinidade na germinação de sementes de algodão. *Revista Ciência Agronômica*, v. 38, p. 224-227, 2007.

Galvão, E. Z. Micronutrientes. In: Sousa, D. M. G. & Lobato, E. Cerrado - Correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p.185-226.

Graciano, E. S. A.; Nogueira, R. J. M. C.; Lima, D. R. M.; Pacheco, C. M.; Santos, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, p. 794-800, 2011.

Grattan, S. R.; Grieve, C. M. Salinity-mineral relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, v. 78, p. 127-157, 1999.

Holanda, J. S.; Amorim, J. R. A.; Ferreira Neto, M.; Holanda, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados, Fortaleza: INCTSal, 2010, p. 43-59.

Jácome, A. G.; Oliveira, R. H.; Fernandes, P. D.; Gonçalves, A. C. A. Comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas. *Acta Scientiarum: Agronomy*, v. 25, p. 187-194, 2003.

Junior, S. P. S.; Soares, F. A. L.; Siqueira, E. C.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D.; Beltrão, N. E. M. Germinação, crescimento e produção do algodão colorido BRS verde sob estresse

salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Suplemento, p. 236-241, 2005.

Kovda, V. A.; Yaron, B.; Shalhevet, Y. Quality of irrigation water. In: Kovda, V. A.; Berg, C. Van Den; Hagan, R. M. *International Source book on Irrigation, Drainage and Salinity*. Hutchinson/FAO/UNESCO, 1973, p. 177-205.

Lacerda, C. F.; Neves, A. L. R.; Guimarães, F. V. V.; Silva, F. L. B.; Prisco, J. T.; Gheyi, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Revista de Engenharia Agrícola*, v. 29, p. 221-230, 2009.

Laraque, A. Estudo e previsão da quantidade de água de açudes do Nordeste semi-árido brasileiro. Recife: SUDENE, 1989, 95 p.

Lourenço Júnior, J.; Cuzzuol, G. R. F.; Zambom, O.; Souza, R. L. F. A salinidade como fator de zonação em plantas de restinga. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 981-183. 2007.

Luz, M. J. S.; Santana, J. C. F.; Santos, J. W.; Bezerra, J. R. C.; Andrade, J. E. O. Associação entre variáveis relacionadas à qualidade da fibra de algodoeiro irrigado submetido a diferentes doses de uréia. *Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas*, v. 11, p. 185-193, 2007.

Malavolta, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In: *Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira*, 1, 2003, São Paulo. Anais... Piracicaba: Potafos, 2004. p. 36-115.

Malavolta, E. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 315p.

Mansour, M. M. F. Transport proteins and salt tolerance in plants. *Plant Science*, v.164, p. 891-900, 2003.

Matos, J. P. L.; Castro, D. L.; Pedrosa Junior, N. C. Comportamento geoeletrico da sequencia drifte da bacia potiguar (RN/CE). *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 28, n. 3, 2010.

Matos, R. M. D. The northeast Brazilian rifts system. *Tectonics*, v. 11, p. 766-791. 1992.

Medeiros, V. F. L. P. Utilização de torta de mamona para adubação do algodoeiro BRS verde. Mossoró: UFERSA, 2010, 58 p. Dissertação Mestrado.

Medeiros, J. F.; Silva, M. C. C.; Sarmiento, D. H. A.; Barros, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, p. 248-255, 2007.

Medeiros, J. F.; Lisboa, R. A.; Oliveira, M.; Silva Júnior, M. J.; Alves, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, p. 469-472, 2003.

Medeiros, P. H. Pontos críticos no manuseio de frutos exportados via porto de Natal. Mossoró: ESAM, 2001. 42 p. Monografia.

Medeiros, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB, 1992. 173 p. Dissertação Mestrado.

Melo, J. G.; Medeiros, A. B.; Vasconcelos, M. B.; Castro, V. L. L. Aspectos hidrogeológicos e classes de água do aquífero cárstico jandaíra para irrigação em Baraúna, RN. Revista Águas Subterrâneas, v. 21, p. 9-21, 2007.

Miller, A. J.; Fan, X.; Orsel, M.; Smith, S. J.; Wells, D. M. Nitrate transport and signaling. Journal of experimental Botany, v. 58, p. 2297-2306, 2007.

Millar, A. A. Respuesta de los cultivos al deficit de água como información basica para el manejo de Iriego. Petrolina: EMBRAPA - CPATSA, 1976. 62p.

Morais, F.; Melo, J. G.; Medeiros, J. I.; Srivastava, N. K.; Diniz Filho, J. B.; Lopes, V. L.; Oliveira, J. A.; Vasconcelos, M. B. Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro. Avaliação do aquífero Açu na borda sul da bacia Potiguar. Trecho: Upanema - Afonso Bezerra. Recife: CPRM/FINEP, 2005. 82 p.

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.; Rodrigues, L. N.; Silva, M. B. R.; Fernandes, P. D.; Chaves, L. H. G.; Dantas Neto, J.; Gheyi, H. R. Crescimento do pinhão-mansão irrigado com águas salinas em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, p. 551-558, 2009.

Nordeste rural: Negócios do Campo. Disponível em: <www.nordeste rural.com.br/>. Acesso em: 20 ago. 2013.

Nunes Filho, J. Comportamento de duas cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium Hutch.) em função da salinidade e umidade do solo. Botucatu: Unesp, 1993. 74p. Tese Doutorado.

Oliveira, F. A.; Meneses, Ê. F.; Arruda Filho, N. T.; Oliveira, R. C.; Campos, A. R. F. Tolerância de cultivares de algodoeiro herbáceo à salinidade da água de irrigação. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, v. 13, p. 91-97, 2009.

Oliveira, F. A.; Silva, M. N. B.; Oliveira, A. P.; Santos, D.; Pereira, W. E.; Oliveira, R. C.; Gondim, S. C. Efeito da irrigação e da adubação nitrogenada sobre algumas características de desenvolvimento do algodão colorido verde. Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas, v. 12, p. 49-57, 2008 (a).

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. Revista Irriga, v. 13, p. 467-475. 2008.

Oliveira, J. B.; Severiano Filho, C. Considerações sobre a produção do algodão colorido e a importância do consórcio natural fashion como último elo da cadeia produtiva. In: Congresso internacional de custos, 12, 2005, Florianópolis. Anais... São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos, 2005.

Oliveira, J. B. Pedologia aplicada. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 414p.

Oliveira, M.; Maia, C. E. Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 2, p. 42-46, 1998.

Queiroz, S. O. P.; Büll, L. T. Absorção de cátions e produção de matéria seca por genótipos de algodão sob condições salinas. Revista Irriga, Botucatu: UNESP, 2001.

Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, A. M. Uso de águas salinas na produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

Ribeiro, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010, p. 43-59.

Ribeiro, M. R.; Barros, M. F. C.; Freire, M. B. G. S. Química dos solos salinos e sódicos. In: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. Química mineralogia do solo. Parte II – Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009, p. 449-484.

Ribeiro, M. R.; Freire, F. J.; Montenegro, A. A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: Curi, N.; Marques, J. L.; Guilherme, L. R. G. G.; Lima, J. M.; Lopes, A. S.; Alvarez, V. V. H. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003, p. 165-208.

Richards, L. A. Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos. Mexico, DF: Editorial Limusa, 1974. 172 p.

Rubio, F.; Flores, P.; Navarro, J. M.; Martinez, V. Effects of Ca^{2+} K^{+} and GMP on Na^{+} uptake in pepper plants. Plant Science, v. 165, p. 1043-1049, 2003.

Santana, J. C. S. Características tecnológicas da fibra de duas cultivares de algodão armazenado em dois municípios paraibanos. Campina Grande: UFCG, 2002. 48p. Dissertação Mestrado.

Santana, J. C. F.; Vanderley, J. M. R.; Beltrão, N. E. M.; Vieira, D. J. Características da fibra e do fio do algodão: análise e interpretação dos resultados. In: Beltrão, N. E. M. O agronegócio do algodão no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, p. 859-880.

Santos, R. V.; Cavalcante, L. F.; Vital, A. F. M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 223-252.

SEAGRI- Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Cultura – Algodão. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/Algodao.htm#Bot%C3%A2nica/Descri%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 05 ago. 2013.

Shalvelet, J.; Hsiao, T. C. Salinity and drought: a comparison of their effects on osmotic adjustment, assimilation, transpiration and growth. *Irrig. Sci.*, Heidelberg, v.7. p. 249-264, 1986.

Sharpley, A. N.; Meisinger, J. J.; Power, J. F., Suarez, D. L. Root extraction of nutrients associated with long-term soil management. In: Stewart, B. *Advances in soil science*: Springer. New York: Verlag, 1992. p.151-217.

Silva, L. L.; Costa, R. F.; Campos, J. H. B. C.; Dantas, R. Influência das precipitações na produtividade agrícola no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, p. 454-461, 2009.

Silva Junior, L. G. A.; Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 3, p. 11-17, 1999.

Sousa Junior, S. P.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Sousa, R. F.; Soares, A. L.; Carvalho, A. P.; Lima, A. N. Uso de água salina no crescimento do algodoeiro colorido BRS Verde sob adubação nitrogenada. *Revista Engenharia Ambiental*, v. 5, p. 28-46, 2008.

Sousa Junior, S. P. et al. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS verde sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, p. 336-341, 2005.

Souza, M. C. M. Produção de algodão orgânico colorido: possibilidades e limitações. *Informações Econômicas*, v. 30, p. 91-98, 2000.

Suassuna, J.; Audry, P. Qualidade da água na irrigação do trópico semi-árido: um estudo de caso. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/estcaso.html>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

Sun, J.; Dai, S.; Wang, R.; Chen, S.; Zhou, X.; Shen, X.; Zheng, X.; Zhang, Z.; Song, J.; Xu, Y. Calcium mediates root K^+ / Na^+ homeostasis in poplar species differing in salt tolerance. *Tree Physiology*, v.29, p. 1175-1186, 2009.

Taiz, L.; Zeiger, E. *Plant physiology*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719. p.

Tester, M.; Davenport, R. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. *Annals of Botany*, v. 91, p. 503-527, 2003.

USSL Staff – UNITED STATES SALINITY LABORATORY. Diagnosis and improvement of saline and alcali soils. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954, 160p.

Vasconcelos, S. M. S.; Teixeira, Z. A.; Alves Neto, A. Caracterização do aquífero Jandaíra, porção situada no estado do Ceará, Brasil. *Revista de Geologia*, v. 23, p. 50-60, 2010.

Yao, X.; Horie, T.; Xue, S.; Leung, H. Y.; Katsuhara, M.; Brodsky, D. E.; Schroeder, J. I. Differential sodium and potassium transport selectivities of the rice OsHKT 2;1 and OsHKT 2;2 transporters in plant cells. *Plant Physiology*, v. 1, p. 341-355, 2010.

Yaron, B. Water suitability for irrigation. In: Yaron, B.; Danfors, E.; Vaadia, Y. *Arid zone irrigations*, Berlin: Springer-Verlag. 1973. Cap. 4, p. 71-85.

Yoshida, K. Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance. *Jounal Bioscience Bioengineering*, v. 94, p. 585-590, 2002.

Zeng, L.; Poss, J.; Wilson, C.; Draz, A. S. E.; Grieve, C. M. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. *Euphytica*, v. 129, p. 281-292, 2003.

Zhu, J. K. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, v. 6, p. 66-71, 2001.