

LEONARDO ELIAS FERREIRA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO QUIABEIRO IRRIGADO
COM DIFERENTES LÂMINAS E SALINIDADE DA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO**

MOSSORÓ-RN

2014

LEONARDO ELIAS FERREIRA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO QUIABEIRO IRRIGADO COM
DIFERENTES LÂMINAS E SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:

**Prof. D. Sc. José Francismar de
Medeiros**

MOSSORÓ-RN

2014

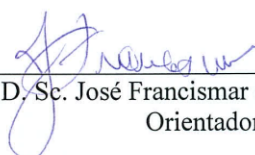
LEONARDO ELIAS FERREIRA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO QUIABEIRO IRRIGADO COM
LÂMINAS E NIVEIS DE SALININOS DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

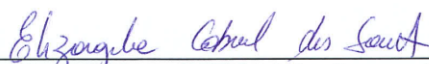
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, UFRSA, para a obtenção do título de Doutor
em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADO EM: 13 / 03 / 2014


BANCA EXAMINADORA



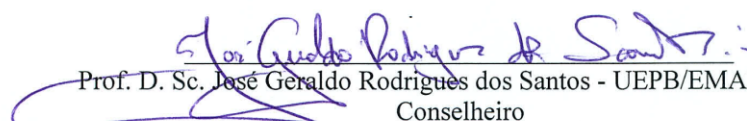
Professor. D. Sc. José Francismar de Medeiros – UFRSA
Orientador



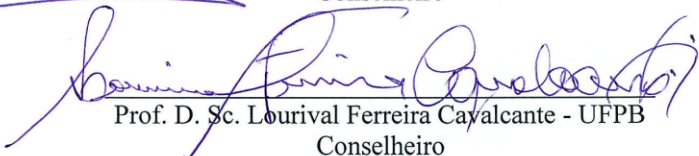
Profa. D. Sc. Elizangela Cabral dos Santos - UFRSA
Conselheiro



Prof. D. Sc. Francisco de Assis de Oliveira – UFRSA
Conselheiro



Prof. D. Sc. José Geraldo Rodrigues dos Santos - UEPB/EMATER-PB
Conselheiro



Prof. D. Sc. Lourival Ferreira Cavalcante - UFPB
Conselheiro

**MOSSORÓ-RN
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

F383c Ferreira, Lenardo Elias.

Crescimento e produção do quiabeiro irrigado com diferentes lâminas e salinidade / Leonardo Elias Ferreira -- Mossoró, 2014.

95f.: il.

Orientador: Prof. Dr. José Francismar de Medeiros

Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

1. Abelmoschus esculentus (L.) moench. 2. Quiabeiro - Produtividade. 3. Uso de água salina. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/848-14

CDD: 635.648

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba
CRB-15/452

À memória do meu pai Manoel Ferreira da Silva que foi um dos maiores incentivadores deste trabalho.

Ao meu filho Manoel Ferreira da Silva Neto que é a minha inspiração, a minha alegria e razão da minha vida.

Dedico a vocês essa conquista.

Dedico

À minha querida esposa Eliziete pelo amor, dedicação e companheirismo sempre.

À minha mãe Emília, pelo apoio, paciência e incentivo.

À minha tia Valéria por nunca ter desistido de acreditar em mim.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, força, coragem, por não permitir que eu desistisse nos momentos mais difíceis;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido e a todos que fazem parte dela, que me acolheram e deram suporte durante os três anos de curso;

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade do Conselho Nacional – INCTSAL/CNPq pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa;

Ao meu orientador José Francimar de Medeiros pela paciência, simplicidade, disponibilidade, e ensinamentos transmitidos;

Aos meus irmãos pelo amor e por ficarem com a minha mãe durante a minha ausência;

A todos os meus tios e tias e em especial aos meus tios César e Paulo, por todo apoio sempre;

Aos familiares da minha esposa pelo apoio e por torcerem sempre por mim;

À minha prima Maria das Neves (Nevinha *in memoriam*), por sempre torcer por mim;

Ao meu amigo professor Ivandro de França da Silva e sua família, pelos conselhos, apoio, incentivo e disponibilidade sempre;

Ao professor Francisco de Assis de Oliveira pelas orientações e disponibilidade;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pelas valiosas orientações;

À minha grande amiga Nicolly Kalliliny, pela dedicação e companheirismos durante a execução deste trabalho, cuja contribuição foi imprescindível para realização deste trabalho;

À minha equipe de trabalho nas pessoas de Nicolly, Cássia, Paulinho, Artur Manoel, Jaqueline, Adriana, Ana Santana, Rodolfo, Naiara, Marcos, Juliete, Tarcísio e Samuel pelo apoio de todos;

A Amison e Edivan pela amizade e companheirismo;

À minha querida vizinha Edione pelo apoio e dedicação.

RESUMO

FERREIRA, Leonardo Elias. Crescimento e produção do quiabeiro irrigado com diferentes lâminas e salinidade da água de irrigação. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

Com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de salinidade e lâminas de irrigação na salinidade do solo, crescimento e produção do quiabeiro, foi desenvolvida pesquisa na estação Lisimétrica da UFERSA em Mossoró-RN no período de 13 de novembro de 2012 a 13 de dezembro de 2013. Utilizaram-se 20 lisímetros de drenagem preenchidos com material de Argissolo. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram no uso de duas águas, sendo uma de baixa salinidade ($CE=0,6 \text{ dS m}^{-1}$) com uma fração de lixiviação de 5%, como testemunha (105% da ET_c), e outra com $CE= 3,5 \text{ dS m}^{-1}$ aplicada em quatro diferentes lâminas de irrigação correspondente a 65, 85, 105 e 125% da ET_c estimada. Ao longo do ciclo da cultura do quiabeiro realizou-se monitoramento da umidade do solo através de baterias de tensiômetros de câmara de ar, nas profundidades de 12,5, 32,5 e 62,5 cm; da salinidade do solo, nas profundidades: 0-25; 25-50 e 50-75 cm, determinando-se a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) e a razão de adsorção de sódio (RAS). A partir dos 30 DAS, a cada dez foram obtidos o diâmetro do caule, a altura de planta e o número de folhas. A partir do início da floração (60 DAS), a cada dez dias foram determinados as seguintes variáveis: a área foliar, número de botões florais, massa seca do caule, folhas, flores e raízes. Após o início da frutificação foi contabilizado o número e a massa (produção) de frutos frescos. Com a estabilização da produção (90 DAS), foi determinado o a produção de grãos aos 110 DAS. Os dados foram submetidos à análise de variância; em todos os tratamentos com variáveis qualitativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade e, para as variáveis quantitativas, por análise de regressão. Com base nos resultados pode-se verificar que: A tensão da água do solo foi afetada negativamente pela alta salinidade da água de irrigação e pelo estresse hídrico de 65% da ET_c ; O aumento na lâmina de irrigação com água de alta salinidade estimula o diâmetro do caule, número de botões florais, área foliar, massa seca do caule e das folhas; a elevada salinidade da água aplicada na menor lâmina provocou redução do diâmetro do caule, altura das plantas, número de folhas, número de botões florais, área foliar e massa seca do caule e produção de grãos; a irrigação com água de alta salinidade na proporção de 125% favoreceu o incremento da altura das plantas; A água de alta salinidade incrementou a massa seca de flores e raízes; O aumento da lâmina de irrigação provocou a redução da CEes e aumento da RAS. A salinidade elevada provocou aumento do número e da produção de frutos verdes.

Palavras chave: *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Uso de água salina. Produtividade

ABSTRACT

FERREIRA, Leonardo Elias. Growth and yield of irrigated okra with different water irrigation levels and salinity. Thesis (Doctorate in Agronomy: Crop Science) - Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró- RN, 2014.

Aiming to evaluate the effects of salinity levels and irrigation on soil salinity, growth and yield of okra, was developed a research in Lisimétrica UFERSA station in Mossoró- RN in the period of November 13, 2012 to December 13, 2013. Were used 20 drainage lysimeters filled with the material of Argisil. The design was entirely randomized with five treatments and four replications. Treatments consisted in the use of two type of waters, one low salinity ($CE=0,6 \text{ dS m}^{-1}$) with a leaching fraction of 5% as control (105% ET_c), and other $CE = 3,5 \text{ dS m}^{-1}$ applied in four different irrigation levels corresponding to 65, 85, 105 and 125% of estimated ET_c . Throughout the culture cycle of okra was held monitoring of soil humidity through batteries of tube tensiometers at depths of 12.5, 32.5 and 62.5 cm; of soil salinity at depths: 0-25; 25-50 and 50-75 cm, determining the electrical conductivity of the saturation extract (CE_s) and sodium adsorption ratio (SAR). From 30 DAS, every ten the stem diameter, plant height and number of leaves were obtained. Starting from the early flowering stage (60 DAS), every ten days were determined the following variables: leaf area, number of flower buds, dry weight of stem, leaves, flowers and roots. After the onset of fruiting was recorded the number and mass (production) of fresh fruit. On the stabilization of output (90 DAS), was determined grain production at 110 DAS. Data were submitted to analysis of variance; and in all treatments with qualitative variables the averages were compared by Tukey test at 5% probability, and for quantitative variables using regression analysis. Based on the results it can be verified that: The soil water tension was negatively affected by the high salinity of the irrigation water and by 65% hydric stress of ET_c ; The increase in irrigation water depth with high salinity water stimulates the stem diameter, number of flower buds, leaf area, dry weight of stem and leaves; the high salinity of water applied in lower blade caused reduction of stem diameter, plant height, number of leaves, number of flower buds, leaf area and dry weight of stem and grain production; the irrigation with high salinity water in the ratio of 125% was an increase in plant height; The Water of high salinity increased the dry mass of flowers and roots; Increasing irrigation water depth decreased the CE_s and increased RAS. The high salinity caused an increase in the number and production of green fruit.

Keywords: *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Use of saline water. Productivity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento. Mossoró-RN, 2013.....	14
Tabela 2 – Atributos químicos do solo no início do experimento. Mossoró-RN, 2013.	14
Tabela 3 – Médias dos parâmetros de ajuste da equação de Van Genuchten para curva de retenção de água do solo. Mossoró-RN, 2013.	16
Tabela 4 – Lâminas de irrigação semanais aplicadas na área experimental. Mossoró-RN, 2013.....	17
Tabela 5 – Análises das águas utilizadas	18

LISTA DE FIGURAS

- Figura -1. Imagem da Estação Lisimétrica do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró-RN 2014. 10
- Figura 2 – Planta baixa da área experimental. Mossoró-RN, 2013.. 11
- Figura 3 – A - Temperatura máxima ($T_{máx}$), média ($T_{méd}$) e mínima ($T_{mín}$); B - Umidade relativa do ar máxima ($UR_{máx}$), média ($UR_{méd}$) e mínima ($UR_{mín}$) e C - Radiação solar global e velocidade do vento média ($V_{méd}$), medida durante o ciclo da cultura. Mossoró-RN, 2013. ... 12
- Figura 4 - Evapotranspiração de referência (ET_o) durante o período em que a cultura permaneceu no campo. Mossoró – RN, 2013..... 13
- Figura 5 – Curvas de retenção de água no solo utilizado. Mossoró-RN, 2013. 15
- Figura 6. Tensão média da água do solo, medida semanalmente na camada de 0-50 cm no período entre a 5ª e à 12ª semana após a semeadura do quiabeiro Santa Cruz 47, nos tratamentos L0-105%-0,6; L1-65%-3,5; L2-85%-3,5; L3-105%-3,5 e L4-125%-3,5. 22
- Figura 7. Tensão média semanal da água do solo nas profundidades de 12,5, 37,5 e 62,5 cm no período entre a 5ª e à 12ª semana após a semeadura do quiabeiro santa cruz 47 nos tratamentos A/L0-105%-0,6; B/L1-65%-3,5; C/L2-85%-3,5; D/L3-105%-3,5 e E/L4-125%-3,5. 24
- Figura 8- CEes em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c . Mossoró-RN, 2014..... 26
- Figura 9- CEes em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ET_c (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade

- (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014. 27
- Figura 10- Razão de adsorção de sódio (RAS cmol_c/dm³)^{0,5} em função das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2013.... 28
- Figura 11- Razão de adsorção de sódio (RAS mmol_c/dm³)^{0,5} do quiabeiro em função das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 30
- Figura 12– Diâmetro do caule (mm) do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014. 31
- Figura 13– Diâmetro do caule do quiabeiro em função da idade das plantas após a semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0). Mossoró-RN, 2014 33
- Figura 14– Altura da planta (cm) do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014. 34
- Figura 15– Altura da planta do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação correspondente a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 35
- Figura 16– Número de folhas/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS

m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014 37

Figura 17– Número de folhas/planta do quiabeiro em função de dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 39

Figura 18– Área foliar do quiabeiro em função de dias após semeadura e das lâminas de irrigação correspondente a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 41

Figura 19- Área foliar cm²/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014 43

Figura 20– Número de botões florais/planta do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação correspondentes a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014. 44

Figura 21– Número de botões florais/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação corresponde com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 46

Figura 22– Massa seca do caule do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com

água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 47

Figura 23- Massa seca do caule g/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014 49

Figura 24- Massa seca das folhas do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação correspondente a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014 51

Figura 25- Massa seca das folhas do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 53

Figura 26- Massa seca das flores do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 55

Figura 27- Massa seca das flores g/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014 56

Figura 28- Massa seca das raízes do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 58

- Figura 29- Massa seca da raiz g/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014.59
- Figura 30- Número de frutos verde do quiabeiro Santa Cruz 47 em função das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014..... 60
- Figura 31- Produção de frutos verdes de quiabeiro em função das lâminas de irrigação e da salinidade. Mossoró-RN, 2013..... 62
- Figura 32- Produção de grãos de quiabo em função das lâminas de irrigação e da salinidade. Mossoró-RN, 2013. 63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO QUIABEIRO	3
2.1.1. Origem, classificação botânica e dispersão geográfica	3
2.1.2. Importância econômica	3
2.2 Efeito da Salinidade da Água e do Solo Sobre as Culturas	4
2.3 Lâminas de fração de lixiviação sobre as culturas	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Localização e Descrição da Área Experimental.....	10
3.2 Dados Climáticos	11
3.3. Caracterização do Solo.....	13
3.4 Delineamento Experimental e Tratamentos	16
3.5 Manejo da Irrigação	16
3.6 Condução do Experimento	18
3.7 Variáveis Analisadas.....	18
3.7.1 Solo	18
3.7.2 Crescimento	19
3.8 Análise dos Dados.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Tensão da água no solo	22
4.2. Efeito da lâminas de Irrigação sobre a salinidade do solo	25

4.3. Efeito das lâminas de irrigação e níveis de salinidade sobre as plantas	31
4.3.1. Diâmetro do Caule	31
4.3.2. Altura da planta.....	34
4.3.3. Número de folhas por planta	36
4.3.4. Área foliar	40
4.3.5. Números de botões florais.....	44
4.3.6. Massa seca do caule	47
4.3.7. Massa seca de folhas	50
4.3.8. Massa seca das flores	54
4.3.9. Massa seca das raízes	57
4.3.10. Número de frutos verdes	60
4.3.11. Produção de frutos verdes	61
4.3.11. Produção de grãos	63
5 CONCLUSÕES	66
6 REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	67

1. INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é tradicionalmente cultivado em regiões tropicais devido à rusticidade e principalmente à tolerância ao calor, além de não exigir grande tecnologia para seu cultivo (PAES et al., 2012; GALATI, 2010), sendo considerado uma hortaliça de alto valor alimentício, fácil cultivo e alta rentabilidade (COSTA et al., 1981), além de ciclo rápido, resistência a pragas e alto valor nutritivo (MOTA et al., 2000).

Dentre as regiões brasileiras mais produtoras de quiabo, destacam-se o Sudeste e o Nordeste, devido às adequadas condições climáticas para a cultura (MOTA et al., 2005). Contudo, devido à irregularidade na distribuição das chuvas, as características edafoclimáticas e ao manejo da irrigação na região, tem havido declínio na produção das culturas devido aos problemas decorrentes da salinidade, tornando-se fator limitante à produção no semiárido nordestino.

De acordo com Silva (2010), a água é um dos fatores de produção que mais limita os rendimentos da grande maioria das plantas cultivadas. Em regiões áridas e semiáridas a distribuição das chuvas é frequentemente irregular pode provocar perdas significativas na quantidade e qualidade do rendimento das culturas. Nesses casos, o uso da irrigação no período de aridez surge como uma alternativa para minimizar os riscos de perdas na produção, além de contribuir para um maior número de safras por ano.

Santos (2008) afirma que a tolerância das culturas à salinidade é variável em função da espécie, cultivar e fenologia, sendo que as culturas, em especial as olerícolas, apresentam maior sensibilidade aos sais. Segundo Maas (1984), o quiabeiro é considerado sensível à salinidade sendo a sua salinidade limiar inferior a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. Contudo, Ikram-UI-Haq et al. (2010) afirmam que a tolerância do quiabeiro a salinidade de NaCl depende da variação genética existente entre genótipos. Nesse sentido, verifica-se a necessidade de pesquisas mais acuradas com a cultura do quiabeiro irrigado com água salina na região Nordeste, de forma a avaliar os efeitos deletérios do estresse salino sobre a referida espécie, assim como possibilitar um manejo adequado de irrigação para a cultura nas condições do semiárido nordestino.

Silva et al. (2001) irrigaram o quiabeiro durante a fase vegetativa com águas de salinidade crescente de 0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ e constataram que o crescimento em altura, diâmetro do caule, área foliar, massa seca da raiz, do caule e da folha foram inibidas quando irrigadas com água com condutividade elétrica a partir de 1,5 dS m⁻¹. Para Soares et al. (2007), os sais reduzem a disponibilidade da água para as plantas ocasionando desequilíbrio nutricional e consequente perda de produção.

Os problemas tornam-se mais agressivos ainda, nas terras onde a irrigação nem sempre é adequadamente manejada, usando-se excessos de fertilização, água salina e não adotando a drenagem como meta de lixiviação do ambiente radicular. Nas áreas irrigadas a quantidade de sais adicionados ao solo via irrigação é proporcional à quantidade de água aplicada e a concentração de sais no solo aumenta em função da lâmina de irrigação adicionada (SILVA et al., 2008). Nesse contexto, a utilização de práticas de manejo adequado da água salina torna-se uma alternativa viável quando se trabalha com espécies tolerantes (CARVALHO et al., 2012), sendo o aumento da lâmina de irrigação uma alternativa para reduzir o efeito da salinidade da água de irrigação sobre as culturas.

Segundo Medeiros et al. (2010), em ambientes salinos, a forma mais eficiente de controlar o acúmulo de sais no solo, conforme Medeiros et al. (2010), é pela lixiviação, que pode ser proporcionada pela precipitação pluvial ou pela aplicação de uma lâmina de água de irrigação superior à requerida pela cultura. Para os autores a água referente à fração da água aplicada percole abaixo da zona radicular, lixiviando parte dos sais acumulados. Nesse sentido o conhecimento da lâmina de água a ser aplicada na irrigação é de fundamental importância para maximizar o rendimento das culturas, logo, o estabelecimento do consumo hídrico dessas culturas deve ser determinado criteriosamente, a fim de proporcionar o dimensionamento mais adequado do sistema de irrigação.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de níveis de salinidade da água e lâminas de irrigação sobre a salinidade do solo, crescimento e produção do quiabeiro no município de Mossoró - RN.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO QUIABEIRO

2.1.1. Origem, classificação botânica e dispersão geográfica.

O quiabeiro é uma planta olerícola de origem africana, pertencente à família das Malváceas, gênero *Abelmoschus* e espécie *Abelmoschus esculentus* (GALATI, 2010; PAES et al., 2012). É amplamente cultivada na África, Índia, Ásia, Estados Unidos, Turquia e Austrália (DUZYAMAN, 1997), sendo encontrado nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil onde as condições climáticas, exceto pluviosidade, para o seu cultivo são excelentes (OLIVEIRA et al., 2007; GALATI, 2010).

A cultura do quiabeiro possui ciclo de aproximadamente 70 a 80 dias e em condições ideais de cultivo pode chegar a produzir de 15 a 20 mil quilos por hectare (ISLA, 2006).

Devido ser uma espécie originária de regiões quentes, as baixas temperaturas retardam o processo de germinativo, prejudicando o crescimento, a floração e a frutificação (FILGUEIRA, 2008).

2.1.2. Importância econômica

O quiabeiro é uma hortaliça de expressiva aceitação no comércio mundial (PANIGRAHIA; SAH, 2013), considerada de baixo custo de produção, sendo este um dos fatores responsáveis pela redução do êxodo rural e manutenção do agricultor familiar no campo (PASSOS et al., 2004). Além do baixo custo de produção, a espécie é de rápido retorno do capital investido devido o curto período da semeadura ou plantio para o início da colheita (RIBAS et al., 2003). Além destas vantagens os frutos são de boa palatabilidade (INOMOTO et al. 2004), alto valor alimentício e nutritivo (OYELADE et al., 2003) e as plantas são tolerantes a incidência de pragas (MOTA et al., 2000)

O quiabeiro pode ser utilizado de diferentes formas, a saber: consumo alimentar dos frutos, óleo (sementes), papel (casca e caule) e alimentação animal (folhas), (MARTIN, 1983).

O Estado de São Paulo se destaca como maior produtor desta olerácea, sendo que durante o ano de 2012 foram produzidas 23.702 toneladas, com produtividade de 13 toneladas por hectare (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2013). Entretanto, grande parte dos frutos comercializados na Ceasa de São Paulo é proveniente de outros estados, como Minas Gerais, Goiás, Espírito Santo, Bahia, Paraná, Rio de Janeiro e Santa Catarina CEAGESP (2012).

A possibilidade de exportação para países europeus que possuem comunidades apreciadoras do fruto surge como nicho de investimento, contudo é necessário produzir mais e com a qualidade exigida pelo mercado europeu (MOTA et al., 2010).

2.2 Efeitos da Salinidade da Água e do Solo Sobre as Culturas

Solos salinos são encontrados extensivamente sob condições naturais (SANTOS et al., 2012). Em estudo realizado pela FAO (2002), estimou-se que cerca de 20 - 30 milhões de hectares de terras irrigadas foram seriamente danificados pela salinidade do solo e estima-se que de 0,25-0,50 milhões de hectares de áreas de produção são perdidos a cada ano como resultado de acúmulo de sal. Segundo Souza (1995), os solos afetados por sais representam aproximadamente 33% da área mundial irrigada. No Brasil, aproximadamente nove milhões de hectares são afetados pela presença de sais, que compreendem sete Estados brasileiros (GHEYI; FAGERIA, 1997). Segundo Ribeiro et al. (2003), com base no Mapa de Solos do Brasil, os solos salinos, solódicos e sódicos ocupam cerca de 160.000 km² ou 2% do território nacional.

Os problemas ocasionados pelo excesso de sais principalmente em regiões áridas e semiáridas, devem-se aos fatores edafoclimáticos (CAVALCANTE et al., 1998) e uso incorreto de técnicas agrícolas, como adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade (FREIRE; RODRIGUES, 2009). Segundo Cavalcante e Cavalcante (2006), em áreas irrigadas nos climas áridos e semiáridos do Nordeste brasileiro, a demanda evapotranspirativa supera a pluviosidade, fazendo com que os sais não sejam lixiviados e acumulem-se em dosagens excessivas no solo (OLIVEIRA, 1997) tornando a salinidade do solo e da água um fator limitante à produção agrícola.

No Nordeste brasileiro, a expansão das áreas comprometidas por sais nos perímetros irrigados constitui transtornos econômicos e sociais à região semiárida onde o

sistema agrícola produtivo depende da irrigação (MEDEIROS et al., 2010). Nessa direção, o rendimento das culturas é diretamente comprometido pela salinidade do solo e da água, devido os sais ocasionarem a redução da disponibilidade da água para as plantas. Contudo as culturas respondem de forma diferenciada, sendo que algumas produzem rendimentos viáveis sob níveis de elevada salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos (SANTANA et al., 2010).

De acordo com Nobre et al. (2013) e Ayers e Westcot (1999), as plantas quando cultivadas sob condições de salinidade podem ter o crescimento, o desenvolvimento e a produção comprometidos devido ao efeito osmótico, que reduz a absorção de água pela planta e/ou em função do efeito específico dos íons que causam distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, afetando assim, o metabolismo das plantas.

O baixo potencial osmótico ocasionado pela alta concentração de sais no solo ou na água, concentração elevada de íons potencialmente tóxicos, a exemplo do Na^+ e Cl^- , são alguns dos problemas induzidos às plantas que crescem em solos salinos (MARSCHNER, 2012). Pelo exposto a salinidade é considerada fator ambiental que pode inibir severamente o crescimento das plantas e produtividade agrícola (VYSOTSKAYA et al., 2010), sendo considerada um dos graves problemas para a agricultura irrigada, especialmente em regiões tropicais (KHAN et al., 2003).

Em estudo realizado por Silva et al. (2001), com a cultura do quiabeiro, verificaram que o aumento da salinidade da água de irrigação (0,5; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dSm^{-1}) reduziu significativamente a altura, diâmetro do caule, área foliar e rendimento das raízes, caule e folhas das plantas do quiabeiro, com reduções mais expressivas a partir da salinidade de 1,5 dS m^{-1} . Segundo Maas (1984), o quiabeiro é considerado sensível à salinidade sendo a sua salinidade limiar inferior a 1,3 ds m^{-1} . Entretanto, Ikram-Ul-Haq et al. (2010) afirmam que a tolerância do quiabeiro à salinidade para NaCl depende da variação genética existente entre genótipos.

Medeiros et al. (2006) avaliaram o efeito da salinidade da água de irrigação na germinação do quiabeiro e concluíram que o aumento do teor salino inibe sensivelmente a germinação das sementes e o vigor das plântulas, especialmente em concentrações salinas acima de 4 dS m^{-1} . O cultivo do quiabeiro em solos salinos e sódicos é prejudicado devido à baixa sensibilidade da cultura aos referidos solos, contudo mecanismos

fisiológicos como exclusão e acúmulo de íons, produção de solutos compatíveis e ajuste osmótico associado à variação genética, são importantes ferramentas que auxiliam na tolerância das plantas aos sais (HAQ et al., 2012).

A tolerância à salinidade é um caráter poligênico, sendo afetada por vários fatores sejam de natureza genética, interações de desenvolvimento e fisiológicos dentro e entre plantas assim como interação com os ambientes (SHANNON, 1984).

Ferreira et al. (2012) avaliaram o efeito das lâminas de irrigação (L0, L1, L2, L3, L4, L5 e L6 correspondentes a irrigação com água de baixa salinidade a 110% da ETc; irrigação com água de salinidade elevada a 80, 90, 100, 110, 120 e 130% da ETc; respectivamente) sobre o desenvolvimento de plantas de quiabeiro, e constataram que o uso de água de alta salinidade provoca redução significativa da altura das plantas, diâmetro de caule, número de folhas, massa média de frutos, grãos por planta e produção de grãos por hectare, com exceção apenas para o número de folhas por planta.

Farias et al. (2003) ao estudarem a influencia de diferentes laminas de irrigação (0,55; 0,70; 0,85; 1,00; 1,15 e 1,30 da evapotranspiração máxima da cultura) e salinidade da água (0,55 e 2,65 dS m⁻¹) sobre o crescimento, o desenvolvimento foliar e o acúmulo de matéria seca da cultura de melão 'Gold mine', constataram que a área foliar foi significativamente afetada pela água de maior salinidade e pelas lâminas de irrigação, sendo que, para a fitomassa seca apenas as lâminas de irrigação exerceram influencia havendo aumento da mesma em função do aumento da lâmina aplicada.

Estudos desenvolvidos por Abid et al. (2002) com a cultura do quiabeiro demonstraram que o uso de água com condutividade elétrica acima de 2,0 dS m⁻¹ provocou significativa redução no rendimento de frutos e comprometeu a atividade de alguns parâmetros fisiológicos, como fotossíntese e transpiração de água pelas plantas.

Oliveira et al. (2012) estudaram o efeito de níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; 4,5,0 e 6,5 dS m⁻¹) em combinação com sementes tratadas e não tratadas com regulador de crescimento na produção do algodoeiro, que é considerado tolerante à salinidade, e observaram efeito significativo da água de irrigação com redução no número de capulhos/plantas; produção de algodão em caroço com efeito deletério a partir de 3,5 dS m⁻¹, produção de fibra (g/planta), produção de sementes (g/planta), e peso de 100 sementes. Ashraf e Ahmad (2000) relataram que houve redução na altura da

planta, do número de frutos (maçãs) por planta e peso médio de capulho com o aumento da concentração salina em seis linhagens de algodão.

Em estudo realizado por Melo et al. (2011), na produção do melão Gália irrigado com água de diferentes níveis salinos (0,65; 1,65; 2,83; 3,06 e 4,73 dS m⁻¹) e doses de nitrogênio, no município de Mossoró-RN, observaram que o aumento da salinidade da água resultou em declínio da produtividade comercial, número de frutos comerciais, massa média dos frutos comerciais, produtividade total, número de frutos totais, e massa média dos frutos totais, com perda nas produtividades comercial e total de, respectivamente, 12, 19 e 15% e de 10, 16 e 13%, para os níveis de nitrogênio N1, N2 e N3, por aumento unitário da salinidade da água de irrigação (CEa), tomando-se como referência a produção obtida com a água de menor salinidade.

2.3 Lâminas de fração de lixiviação sobre as culturas

A agricultura irrigada é essencial para a produção, embora a área sob irrigação (277 milhões de hectares) seja equivalente apenas a 20% do total da área cultivada, contribuindo com cerca de 40% da produção total de alimentos. Portanto, a produtividade das áreas irrigadas é aproximadamente três vezes a produtividade de sequeiro (FAO, 2006).

Dentre os insumos que mais limitam a produção das culturas agrícolas de interesse econômico no Nordeste brasileiro, destaca-se a água associada às lâminas de irrigação aplicadas durante o ciclo das plantas. Dentre as culturas agrícolas de interesse econômico na região Nordeste do Brasil, destaca-se o quiabeiro que devido suas características é comumente cultivado com irrigação no período seco do ano (PANIGRAHIA; SAH, 2013). Nesse sentido, a realização de um manejo adequado da irrigação para atender às necessidades da cultura e obter um maior retorno econômico torna-se necessária.

Contudo, a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação na região Nordeste está cada vez mais limitada, com isso, sendo a utilização de práticas de manejo adequado da água disponível na região, muitas vezes, apenas água salina torna-se uma alternativa viável quando se trabalha com espécies tolerantes, sendo a fração de lixiviação uma lâmina adicional de água, que é aplicada para promover a lixiviação do excesso de

sais, considerada prática alternativa à produção das culturas (CARVALHO et al. 2012). A necessidade de lixiviação é um aspecto do manejo da irrigação, que influencia a resposta das culturas à salinidade da água de irrigação (RHOADES et al., 1992).

A resposta da cultura à salinidade da água às lâminas de irrigação aplicadas e a fração de lixiviação, depende de vários fatores entre os quais o nível de salinidade da água de irrigação e do solo tolerado pela cultura, da lâmina de água aplicada do período de aplicação e das condições edafoclimáticas locais, exceto pluviosidade.

Santos et al. (2012) avaliaram o efeito de seis frações de lixiviação, equivalentes a 40, 30, 20, 10, 5 e 0% da lâmina de água de irrigação, sendo que para a fração de lixiviação de 0% usou-se água doce ($0,1 \text{ dS m}^{-1}$) e para as demais água salina (3 dS m^{-1}) e constataram que a matéria seca total do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cv. BR-1 diminuiu significativamente com o aumento da condutividade elétrica média do extrato de saturação do solo, que estava relacionada à lâmina de lixiviação aplicada.

Em estudo realizado no município de Pentecoste-CE para avaliação do efeito de lâminas de água (120; 100; 80; 60 e 40%) da evaporação do tanque classe “A” no rendimento da pimenteira (*Capsicum frutescens* L.), Azevedo et al. (2005) constataram que a massa média de frutos e a produtividade aumentaram em função do aumento da lâmina de água, entretanto as lâminas de água não proporcionaram diferenças no peso da matéria fresca da parte aérea, no número de frutos por planta e na eficiência do uso de água. A produtividade máxima ($18,9 \text{ t ha}^{-1}$) foi obtida com a aplicação da lâmina de irrigação equivalente a 120% da evaporação do tanque Classe “A”.

Medeiros et al. (1998) estudaram os efeitos da salinidade da água de irrigação ($S_1 = 0,56$, $S_2 = 2,41$ e $S_3 = 3,93 \text{ dS.m}^{-1}$) associadas a diferentes lâminas de irrigação ($N_1 =$ correspondente à água necessária para manter a tensão de água no solo a 5 kPa; e $N_2 = N_1$ acrescida de 20%) e verificaram que para a água menos salina (S_1) não houve diferença significativa na produção quando se irrigou com os níveis de irrigação N_1 e N_2 já para as duas águas mais salinas (S_2 e S_3) a produção foi significativamente maior para o nível de aplicação de água mais elevado (N_2). Os referidos autores justificam o resultado dizendo que pode ser explicada pela maior fração de lixiviação que a maior lâmina de irrigação proporciona como, também, conforme determinação, por esta haver permitido maiores

conteúdos de água no solo ao longo do tempo, reduzindo os efeitos de níveis altos de salinidade do solo sobre a planta.

Carvalho et al. (2012) avaliando o desempenho da cultura do milho, irrigado por gotejamento com água salina (CEa- entre 1,2 e 3,3 dS m⁻¹) e sob diferentes frações de lixiviação (0, 5, 10, 15 e 20%) em estação lisimétrica de drenagem, observaram que a salinidade da água de irrigação não afetou o desenvolvimento vegetativo da cultura (altura e diâmetro de caule), como também as variáveis massa de espiga com palha, produtividade de polpa hidratada, produtividade de polpa desidratada, matéria fresca da parte aérea, devido principalmente ao efeito antagônico das maiores frações de lixiviação sobre o acúmulo de sais do solo.

Sousa et al. (2008) avaliando o efeito de cinco lâminas de irrigação (55%, 70%, 85%, 100% e 115% da evapotranspiração da cultura - ETc) sobre o desenvolvimento de duas cultivares de algodão herbáceo (CNPA 8H e a BRS Rubi), constataram efeito significativo dos tratamentos sobre a altura das plantas, diâmetro do colo e número de folhas, com aumento das variáveis em função do aumento das lâminas de irrigação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e Descrição da Área Experimental

O trabalho foi realizado na Estação Lisimétrica do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no município de Mossoró-RN (Figura -1), na latitude 5°02'37"S e longitude de 37°33'50"W Gr, com altitude aproximada de 21,5 m. O clima do município conforme Köppen, (BRASIL, 1972), é classificado como BSw^h, que corresponde ao clima: semiárido muito quente. O regime pluviométrico se concentra no período de janeiro a abril, a média anual de precipitação é da ordem de 678 mm, e as médias anuais de temperatura, insolação e umidade relativa são de 27,4 °C, 236 h mês⁻¹ e 68,9% respectivamente (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995).



Figura -1. Imagem da Estação Lisimétrica do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró-RN 2014.

Utilizou-se uma área de 500 m² onde foram instalados 21 lisímetros, construídos de fibra de vidro com dimensões de 0,9 m de largura por 1,30 m de comprimento e 1,0 m de profundidade (Figura 2). Na parte inferior dos lisímetros foi inserido um dreno de PVC com diâmetro de 40 mm, conectado a um vaso coletor, instalado em um poço de observação com 1,5 m de profundidade, por meio do qual o excesso de água percolado era captado e analisado. Os lisímetros foram instalados a 1,05 m de profundidade e preenchidos com uma camada de brita de 5 cm de espessura, revestidas com uma manta de “Bidim OP-20” sendo completados com Argissolo, o mesmo que constituía toda a área.

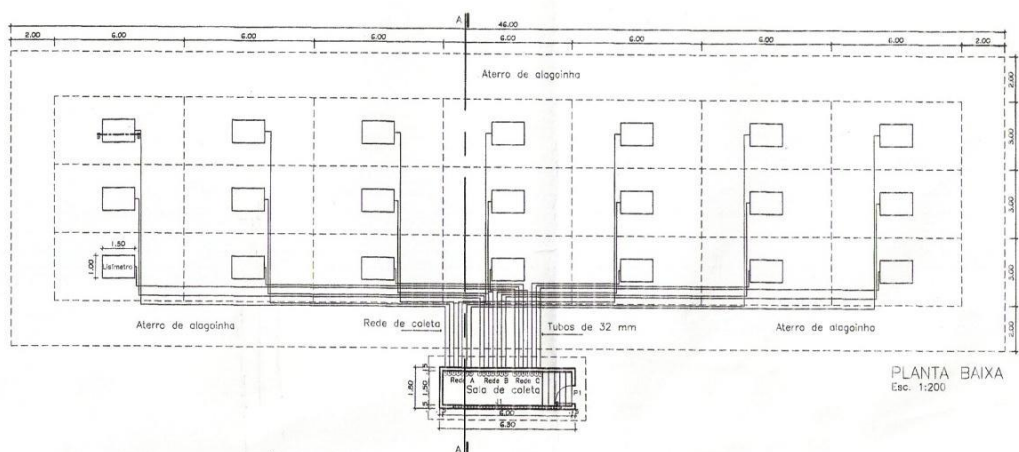


Figura 2 – Planta baixa da área experimental. Mossoró-RN, 2013.

3.2 Dados Climáticos

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar global foram obtidos na estação climatológica da UFERSA, distante cerca de 2 km (em linha reta) da estação lisimétrica.

O plantio se deu aos 13 de Outubro de 2012 e o final do experimento, após todas as colheitas, se deu aos 13 de Janeiro de 2013, totalizando 92 dias de ciclo.

As temperaturas mínimas variaram de 21,04 a 25,22 °C, as máximas de 27,79 a 37,67, e média variou de 23,80 a 29,73 °C estando a média ao longo do ciclo da cultura em torno de 28,32 °C (Figura 3 - A). A umidade oscilou de 23,15 a 88,68%, sendo a média ao longo do ciclo da cultura de 59,44%, como pode ser verificado na Figura 3 - B.

Os valores de radiação solar global variaram de 8,14 a 22,88 MJ m⁻² dia⁻¹ e a velocidade do vento durante o ciclo da cultura variou de 0,2 a 8,06 m s⁻¹, com média de 3,3 m s⁻¹, conforme a Figura 3 - C.

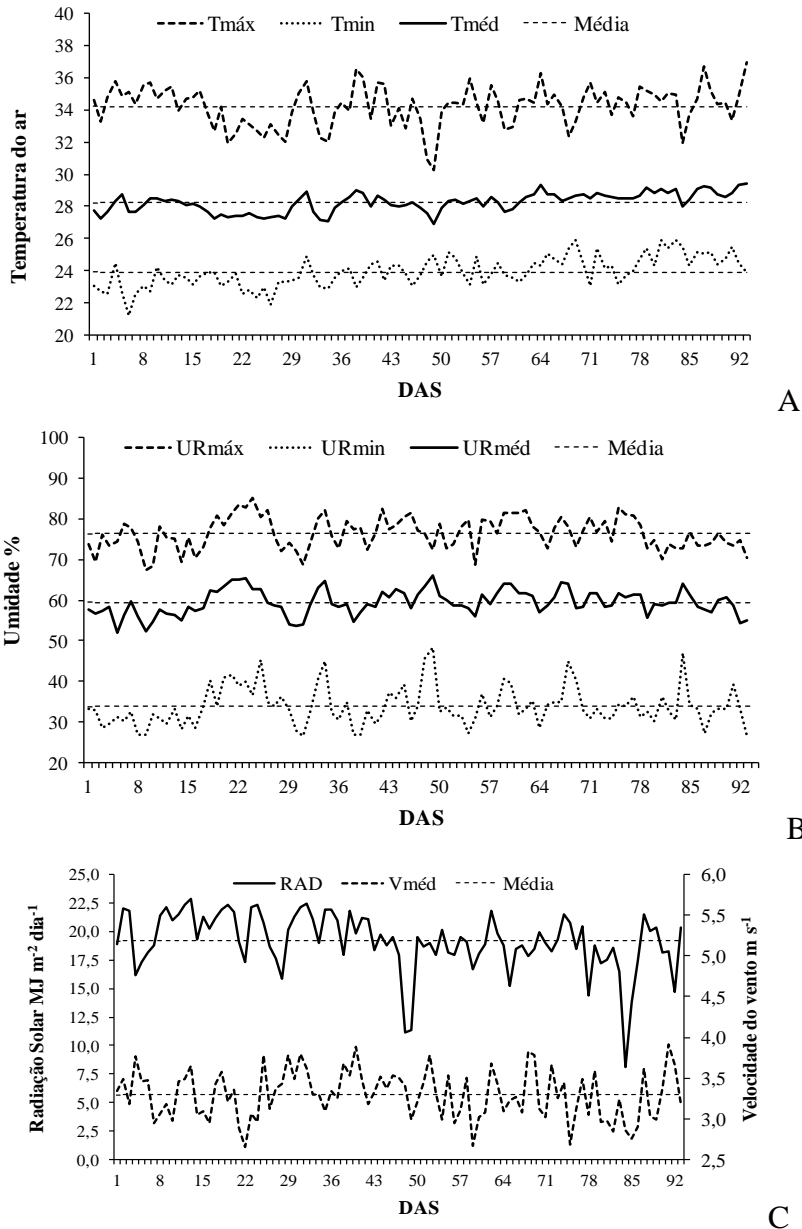


Figura 3 – A - Temperatura máxima (Tmáx), média (Tméd) e mínima (Tmin); B - Umidade relativa do ar máxima (URmáx), média (Urméd) e mínima (UR min) e C - Radiação solar global e velocidade do vento média (Vméd), medida durante o ciclo da cultura. Mossoró-RN, 2013.

Para a determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) foram utilizados os dados climáticos mostrados acima, pelo método padrão Penman-Monteith FAO de acordo com Allen et al. (2006) (Figura 4) variando de 5,06 a 7,59 mm/dia com ET_o média de 6,45.

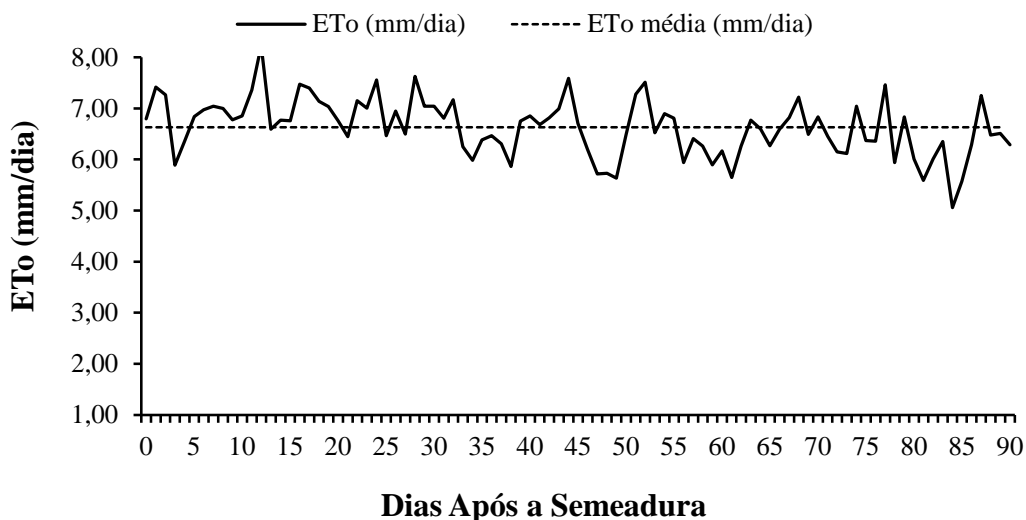


Figura 4 - Evapotranspiração de referência (ET_o) durante o período em que a cultura permaneceu no campo. Mossoró – RN, 2013.

3.3. Caracterização do Solo

Foi implantado um experimento preliminar com a cultura do quiabeiro, onde o solo utilizado para elaboração do trabalho foi coletado e transportado de um perfil natural de um Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006) localizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da UFERSA, Mossoró-RN. O solo foi retirado de camada de 0-40 cm e espalhado na área, deixando a superfície plana com declividade de 0,0 e 0,1% nas direções perpendiculares, com profundidade média de 90 cm. Após o aterro, coletou-se uma amostra composta na camada 0-20 cm para caracterização químico-física conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento. Mossoró-RN, 2013.

Atributos	Solo (Profundidade 0-20 cm)						
	-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----mg dm ⁻³ -----			pH (H ₂ O)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	P	K ⁺	Na ⁺	
Químicos	1,11	1,06	0,20	2,0	37,9	6,9	4,73
Atributos Físicos	Granulometria (%)						
	Areia		Silte		Argila		
	87,0		2,0		11,0		

Antes da instalação do experimento preliminar, conforme recomendação foi realizada a correção do pH do solo utilizando o calcário dolomítico (2 t/ha), após o experimento preliminar, instalou-se o experimento atual (2º ciclo) cujas características do solo contam na Tabela 2.

Tabela 2 – Atributos químicos do solo no início do experimento. Mossoró-RN, 2013.

Área de amostragem	Solo (Profundidade 0-20 cm)						
	-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----mg dm ⁻³ -----			pH (H ₂ O)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	P	K ⁺	Na ⁺	
Lisímetro	1,04	0,52	0,0	26,70	22,3	56,4	7,17
Externo ao lisímetro	1,01	0,52	0,0	8,0	37,5	56,4	7,43

As curvas de retenção de água do solo foram determinadas para as camadas de 0 a 25; 25 a 50 e 50 a 75 cm de profundidade (Figura 5). As análises foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA, utilizando-se, para as tensões de 1,0 a 6,0 kPa, mesa de tensão e amostras indeformadas coletadas em anéis de 5 cm de diâmetro e 3 cm de altura, e para as tensões de 10,0 a 1500,0 kPa, e extrator de Richards equipado com placas de cerâmica, com amostras de solo deformadas.

As amostras indeformadas foram coletadas em trincheiras abertas no interior dos lisímetros correspondente a cada tratamento, com três repetições em cada camada de solo, totalizando 36 amostras. As amostras deformadas foram coletadas nos mesmos locais que as indeformadas retirando-se fatias de solo representativas de cada camada do perfil do

solo, totalizando 12 amostras que foram secas ao ar e peneiradas conforme recomendações da EMBRAPA SOLOS (2006).

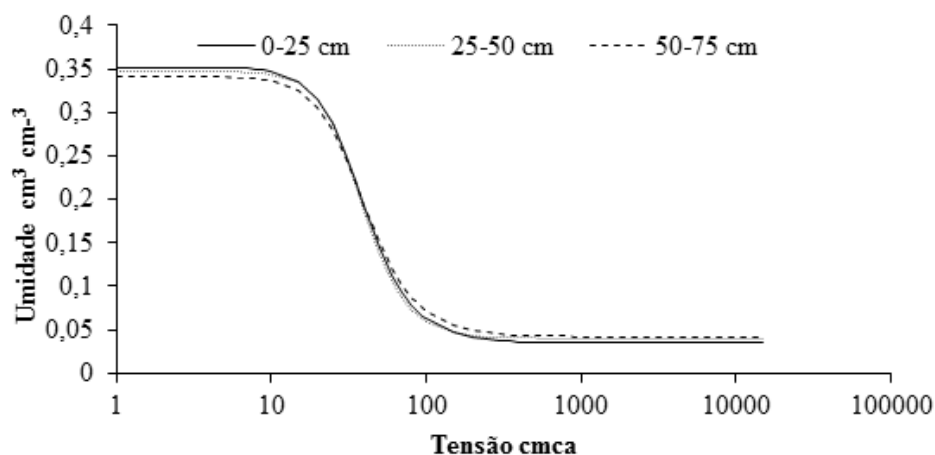


Figura 5 – Curvas de retenção de água no solo utilizado. Mossoró-RN, 2013.

Os dados obtidos (Figura 5) foram ajustados de acordo com o modelo de Van Genuchten (1980), que descrevem as curvas de retenção de água no solo. Na Tabela 3 são apresentados os parâmetros utilizados na Equação 1.

$$\theta(h) = \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha h)^n]^m}$$

Em que:

h = módulo do potencial mátrico (cm.c.a);

θ_s = umidade de saturação do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

θ_r = a umidade residual, a qual corresponde um valor extrapolado pelo ajuste ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

α , m e n = parâmetros ajustados pelo modelo.

Tabela 3 – Médias dos parâmetros de ajuste da equação de Van Genuchten para curva de retenção de água do solo. Mossoró-RN, 2013.

Profundidade (cm)	Parâmetro da equação de Van Genuchten (1980)						
	α	m	N	Θ_s	θ_r	θ_{cc}	h_{cc}
0-25	0,0306	0,6742	3,0893	0,3560	0,0380	0,2102	29,0
25-50	0,0312	0,6720	3,0755	0,3435	0,0381	0,2036	28,6
50-75	0,0305	0,6481	2,8734	0,3365	0,0371	0,2006	32,2

A umidade do solo foi monitorada através do potencial mátrico, para os quais foram instalados baterias de tensiômetros de câmara de ar, nas profundidades de 12,5, 32,5 e 62,5 cm.

3.4 O Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos consistiram do uso de água de baixa salinidade ($CE = 0,6 \text{ dS m}^{-1}$) utilizada como lâmina padrão, L0 correspondente á 105% da ET_c estimada. Os demais tratamentos foram compostos pelo uso de uma água de $CE = 3,5 \text{ dS}^{-1}$ e aplicada em quatro lâminas ($L1 = 0,65 ET_c$; $L2 = 0,85$; $L3 = 1,05 ET_c$; $L4 = 1,25 ET_c$). A evapotranspiração da cultura para irrigação com água não salina foi estimada pela metodologia de Allen et al. (2006) e ajustadas semanalmente pelo balanço hídrico dos lisímetros.

Cada parcela foi constituída por três fileiras com 5,0 m de comprimento e espaçamento 1,0 m entre linha e 0,6 m entre plantas, contendo oito plantas cada, sendo considerada como área útil a fileira central, descartando-se as duas fileiras externas. As unidades experimentais foram distribuídas na área de tal forma que a parte central de cada parcela continha um lisímetro de drenagem.

3.5 Manejos da Irrigação

O sistema de irrigação adotado foi por gotejamento formado por cabeçal de controle e linhas de gotejadores espaçados de 0,3 m, com vazão média de $1,75 \text{ L h}^{-1}$, sendo utilizada uma linha de gotejadores por fileira de plantas. Foram usados dois cabeçais de controle, um para água de baixa salinidade e outro para água de alta

salinidade, compostos por injetor de fertilizantes tipo tanque de derivação (Pulmão), filtro, manômetro e válvulas.

As lâminas de irrigação para o tratamento padrão (L0) foram determinadas em função da evapotranspiração da cultura, conforme Allen et al. (2006) e ajustadas pelos dados coletados nos lisímetros, sendo considerada assim como a lâmina de referência para os demais tratamentos correspondente a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ET_c (L0). A partir da lâmina padrão, foram definidas as demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c (Tabela 4). O cálculo da água de reposição foi realizado em base volume (L) considerando a área do lisímetro (m^2), área ocupada pelas plantas e a altura da lâmina (mm), pela diferença entre o irrigado e o drenado.

Tabela 4 – Lâminas de irrigação semanais aplicadas na área experimental. Mossoró-RN, 2013.

Semana	Lâminas de irrigação e CE				
	L0-105	L1-65%	L2 85%	L3 105%	L4 125%
	$0,6 \text{ dS m}^{-1}$	----- $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ -----			
Lâminas de irrigação (mm dia^{-1})					
1	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
2	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
3	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
4	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
5	4,07	2,92	3,50	4,07	4,64
6	4,55	2,82	3,68	4,55	5,42
7	6,83	4,23	5,53	6,83	8,13
8	7,66	4,74	6,20	7,66	9,12
9	6,71	4,15	5,43	6,71	7,99
10	4,45	2,76	3,60	4,45	5,30
11	5,70	3,53	4,62	5,70	6,79
12	6,84	4,24	5,54	6,84	8,15
13	5,68	3,51	4,60	5,68	6,76
Total	819,74	503,80	658,98	819,74	967,11

A água de baixa salinidade disponível para a irrigação na Estação Lisimétrica foi proveniente do sistema de abastecimento de água municipal, oriunda de poço profundo explorado no aquífero do arenito, com condutividade elétrica (CEa) de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$. A água de alta salinidade foi obtida em um poço que explora o aquífero do Calcário Jandaíra,

apresentando condutividade elétrica de 7,0 dS m⁻¹ localizado próximo a horta didática da UFERSA. Para obtenção da salinidade de 3,5 dS m⁻¹ usou-se mistura das duas águas, até atingir o nível desejado (Tabela-5).

Tabela 5 – Análises das águas utilizadas

Origem da Água	pH	CEa (dS.m ⁻¹)	Cátions (mmol _c L ⁻¹)				Ânions (mmol _c L ⁻¹)			RAS
			Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	CO ₃	Cl	
Arenítica	8,0	0,60	2,00	0,90	2,87	0,4	4,0	0,2	1,8	2,32
Calcária	7,1	7,00	14,3	18,2	9,6	0,68	5,2	-	9,2	2,38

3.6 Condução do Experimento

A cultura de quiabeiro utilizada foi a Santa Cruz 47, produzida pela Hortvale®. A semeadura foi realizada manualmente, no dia 13 de Outubro de 2012, colocando-se três sementes por cova, com espaçamento correspondente a 1,0 m entre linhas e 0,6 m entre as plantas. Após 20 dias da semeadura fez-se o desbaste, deixando-se uma planta por cova totalizando 45 plantas por parcela, e uma densidade de 16.667 plantas por hectare.

Foram feitas aplicações de inseticidas, quando necessário para o controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*) e capinas manuais para o controle das plantas invasoras até que o estabelecimento da cultura.

A adubação de fundação foi realizada três dias antes da semeadura, conforme as recomendações para a cultura em regime de irrigação. As dosagens utilizadas foram definidas com base em análise de solo, sendo utilizadas 12,5g fosfato monoamônico (MAP) por cova e durante o ciclo da cultura aplicou-se doses equivalentes a kg ha⁻¹ (N = 146,5; P₂O₅ = 23,7; K₂O = 300,1; CaO = 236,7; MgO = 59,80; S = 21,80; B = 0,052; Cu = 0,076; Fe = 2.491,0; Mn = 0,35; Zn = 0,35). Na fertirrigação foram utilizados como fonte dos nutrientes: ureia, ácido nítrico, fosfato monoamônico (MAP), ácido fosfórico, nitrato de potássio, nitrato de cálcio, e sulfato de magnésio.

3.7 Variáveis Analisadas

3.7.1 Solo

Ao longo do ciclo da cultura realizou-se monitoramento da salinidade do solo no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Ciências Ambientais e

Tecnológicas da UFERSA, usando amostras de solo, coletadas em três profundidades (0-25; 25-50 e 50-75 cm, sendo utilizadas nove amostras por profundidade), sendo avaliada a condutividade elétrica ($CE_{1:2,5}$), sódio (Na^+) cálcio mais magnésio ($Ca^{++} + Mg^{++}$) e razão de adsorção de sódio (RAS).

A condutividade elétrica ($CE_{1:2,5}$) foi determinada em sobrenadante a partir da mistura de uma parte de solo para duas e meia de água destilada, conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). O sobrenadante foi obtido pesando-se amostras de 30 g de solo colocado em erlenmeyers de 125 ml em seguida, colocado 75 mL de água destilada, e agitando-se a uma rotação de 350 rpm, durante 10 minutos. Após a agitação, as amostras ficaram em repouso por uma hora para medição da CE. Os teores de cloreto de cálcio mais magnésio ($Ca^{++} + Mg^{++}$) foram determinados por titulação e o sódio (Na^+) em fotômetro de chama, em alíquotas diluídas, sendo razão de adsorção de sódio (RAS) calculada a partir dos valores de (Na^+ e $Ca^{++} + Mg^{++}$) (EMBRAPA, 1997), e para as pastas (RICHARDS, 1954) tomaram-se 30 amostras para a determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), e a RAS do extrato de saturação (RASes). A partir dos dados de salinidade foram traçadas as curvas da salinidade durante o desenvolvimento da cultura.

A estimativa da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes), a partir da $CE_{1:2,5}$, foi obtida conforme metodologia utilizada por DANTAS et al. (2002) pela seguinte equação:

$$CEes=5,15 \times CE_{1:2,5}+0,4, R^2 = 0,79$$

3.7.2 Crescimento

A partir dos 30 DAS, a cada dez dias (até os 90 DAS), foram mesuradas nas plantas do interior do lisímetro as seguintes variáveis: diâmetro do caule (DC), a uma altura de três centímetros do colo com paquímetro digital graduado em milímetros; altura de plantas (ALT), medida levando-se em consideração a distância entre o colo da planta (superfície do solo) e a extremidade superior da haste principal, usando uma trena graduada em centímetros; além da contagem do número de folhas (NF).

A partir do início da floração (60 DAS até os 80 DAS), foram feitas análises destrutivas das plantas, a cada dez dias, coletando duas plantas representativas de cada

parcela. Após a coleta, as plantas foram transferidas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade para a determinação da área foliar, número de frutos e número de botões florais e posteriormente transferidos para estufa com circulação de ar a 70 ° C para determinação da fitomassa seca do caule, das folhas, dos botões florais e raízes. Aos 90 DAS às referidas determinações foram realizadas nas plantas do interior dos lisímetros.

A área foliar (AF) foi estimada a partir do método do disco, conforme Gomide et al. (1977). Foram selecionadas 10 folhas e retirados três discos de área conhecida com um vazador em cada folha, apenas com nervuras finas, sendo um na porção basal, um na apical e um na parte mediana da folha.

As folhas e os discos foram acondicionados em sacos de papel, levados a estufa a 70 °C, por 72 horas e depois pesados separadamente, em balança analítica. A área foliar foi estimada conforme a Equação 2.

$$AF = \frac{(PF+PD)*AD}{PD} \quad (4)$$

Em que:

AF = área foliar estimada (cm²);

PF = massa seca da folha (g);

PD = massa seca dos discos (g)

AD = área conhecida do disco retirado da folha (1,66 cm²).

Após o início da frutificação, foi contabilizado o número frutos frescos e avaliado a produção nas três plantas do interior do lisímetro, onde se realizou colheitas sucessivas dos frutos com comprimento médio de 10 cm, a cada dois dias, e medida a massa em balança de precisão (a produção foi determinada pela produção total de frutos por planta, transformada de g planta⁻¹ para t ha⁻¹).

Com a estabilização da produção aos 90 dias após a semeadura (DAS), foram selecionadas três plantas representativas no interior da parcela para determinação do número de frutos secos e produção de grãos (determinada pela produção total de grãos g planta⁻¹, e estimada a produção, transformada de g planta⁻¹ para t ha⁻¹). Para tanto, a irrigação foi suspensa e a colheita foi realizada aos 110 DAS quando os frutos encontravam-se completamente secos.

3.8 Análises dos Dados

Os dados foram submetidos à análise de variância; em todos os tratamentos com variáveis qualitativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade e, para as variáveis quantitativas, por análise de regressão. Para todas as análises utilizou-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas versão 9.1 (SAEG, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Tensão da água no solo

Como indicado na Figura 6 os dados referentes tensão da água do solo, sendo que os maiores valores foram constatados nos tratamentos que receberam água de alta salinidade na lâmina correspondente a 65% da ETc, com pico na 9ª semana (68,73 cm de coluna de água). Observa-se também nos tratamentos irrigados com a mesma água nas lâminas 85, 105 e 125% a tensão manteve-se em uma faixa média de 31,30 cm. Os menores valores para esta variável foram registrados no solo das plantas que receberam água de baixa salinidade a 105% da ETc (tensão média 24,5 cm)

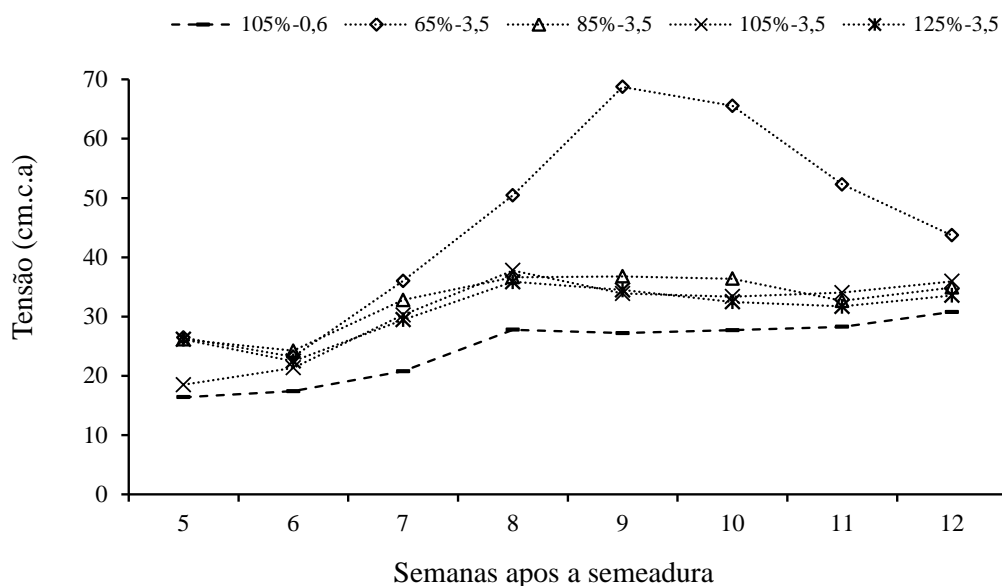


Figura 6. Tensão média da água do solo, medida semanalmente na camada de 0-50 cm no período entre a 5ª e à 12ª semana após a semeadura do quiabeiro Santa Cruz 47, nos tratamentos L0-105%-0,6; L1-65%-3,5; L2-85%-3,5; L3-105%-3,5 e L4-125%-3,5.

Os resultados podem ser justificados pelo fato de que no início todos os lisímetros foram irrigados até drenarem (solo na capacidade de campo). Ao considerar que a ETc da cultura nos primeiros 30 dias é baixa o volume de água armazenada foi suficiente para atender a cultura até pelo menos a sexta semana.

A tensão da CC está entre 28 e 32 cm.c.a. (Tabela 3), neste sentido a planta em estresse ajusta o crescimento e a ETc a água disponível. Isso demonstra que apenas a menor lâmina aplicada (65%) foi inferior a ET real da cultura, pois possivelmente no final do período de avaliação o solo ajustou-se à condição a que foi submetido.

Na Figura 7 estão contidos os valores da tensão da água do solo entre os tratamentos nas profundidades de 12,5, 37,5 e 62,5 cm, no período da 5ª à 12ª semana após a semeadura. Pelos resultados verifica-se aumento da tensão na camada de 12,5 cm de profundidade no tratamento irrigado com água de baixa salinidade (Figura 7- A/L0-105%-0,6) a partir da 6ª semana após a semeadura com valores máximos registrados na 12ª semana (34,53 cm.c.a). Nas profundidades de 37,5 e 62,5 a tensão manteve-se estável durante todo período de avaliação com valores médios de 20,52 e 19,05 cm.c.a. respectivamente. Esses valores evidenciam que o gradiente hidráulico na camada inferior se manteve basicamente constante para que o fluxo de água se transferisse ao longo do perfil.

No tratamento que recebeu 65% da lâmina de irrigação com água de alta salinidade (Figura 7- B/L1-65%-3,5) a partir da 7ª semana após a semeadura houve um aumento da variável até a 10ª semana com posterior decréscimo. Os valores máximos e mínimos foram observados aos 62,5 cm na 10ª semana (148,08 cm.c.a) e 6ª semana (15,58cm.c.a), respectivamente. Neste período o gradiente total se manteve próximo da neutralidade demonstrando falta de excesso de água para percolação.

Nas plantas que receberam água de alta salinidade referente a 85% da irrigação (Figura 7- C/L2-85%-3,5) a tensão da água do solo manteve-se praticamente estável, com aumento em todas as profundidades da 7ª a 10ª semana após semeadura, os valores máximo e mínimo foram verificados na 9ª semana aos 37,5 cm de profundidade (41,92 cm.c.a.) e na 6ª semana (14,43 cm.c.a) na camada de 62,5 cm, respectivamente.

Nos tratamentos que receberam água de alta salinidade na lâmina correspondente a 105% da ETc (L3-105%-3,5) verifica-se na figura 7-D que a tensão da água do solo nas profundidades de 12,5 e 37,5 cm exibiram aumento modesto da 7ª a 12ª semana em relação a maior profundidade (62,5 cm), sendo os maiores valores de tensão observados na profundidade de 12,5 cm na 8ª semana (38,96 cm.c.a) e os menores valores foram verificados aos 62,5 cm de profundidade na 6ª semana (11,83 cm.c.a)

Nos tratamentos irrigados com a maior lâmina de irrigação da água de alta salinidade (Figura 7- E/L4-125%-3,5), a tensão manteve-se estável em todas as profundidades com os maiores valores obtidos na camada de 12,5 cm na 8ª semana (42,16 cm.c.a) e os menores aos 62,5 cm na 6ª semana (10,82 cm.c.a.)

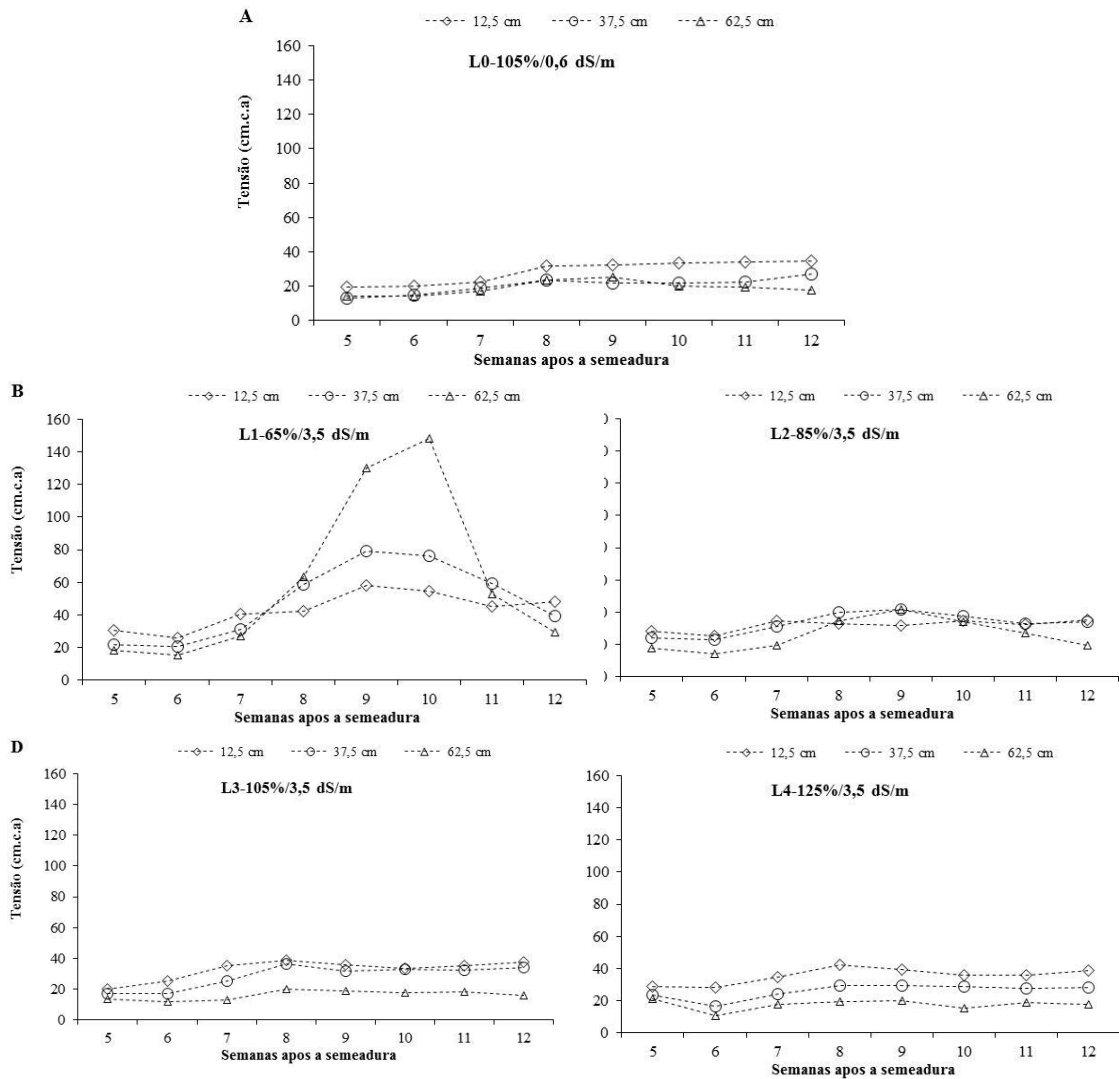


Figura 7. Tensão média semanal da água do solo nas profundidades de 12,5, 37,5 e 62,5 cm no período entre a 5ª e à 12ª semana após a semeadura do quiabeiro santa cruz 47 nos tratamentos A/L0-105%-0,6; B/L1-65%-3,5; C/L2-85%-3,5; D/L3-105%-3,5 e E/L4-125%-3,5.

A diferença de tensão entre as camadas 37,5 e 62,5 cm expressam dinâmico fluxo de água na camada inferior ($T_{37,5} - T_{62,5}$) e valores abaixo de 25 cm indicam percolação profunda da água e que tensões maiores para usar mesmo gradiente indica menor fluxo.

4.2. Efeito das lâminas de Irrigação sobre a salinidade do solo

Na Figura 8 observa-se a salinidade do solo, em função das lâminas de água de alta salinidade, exceto aos 30 DAS, durante todo o período de avaliação provocou redução da salinidade do extrato de saturação do solo com o aumento da lâmina de irrigação. Os dados relativos aos períodos de 30, 60 e 70 dias após a semeadura ajustaram-se ao modelo de regressão cúbica com maior valor de $6,43 \text{ dS m}^{-1}$ determinado no solo da lâmina 123,7% e o menor de $3,15 \text{ dS m}^{-1}$ na lâmina 73,09% aos 30 DAS. Aos 60 DAS, a maior CEes foi verificada na lâmina 75,93% ($4,16 \text{ dS m}^{-1}$) e a menor na lâmina 106,29% ($3,15 \text{ dS m}^{-1}$). Para os 70 DAS, o maior e o menor valor foram verificados aos 81,37 e 120,5 ($4,85$ e $3,28 \text{ dS m}^{-1}$), respectivamente. Com relação a CEes aos 80 DAS os dados ajustaram-se ao modelo quadrático e aos 90 DAS os dados se ajustaram ao modelo linear sendo que para aumento de 10% na lâmina de irrigação ocorre uma redução de $0,284 \text{ dS m}^{-1}$ na CEes do solo. De maneira geral houve uma tendência a redução da CEes com o aumento da lâmina de irrigação.

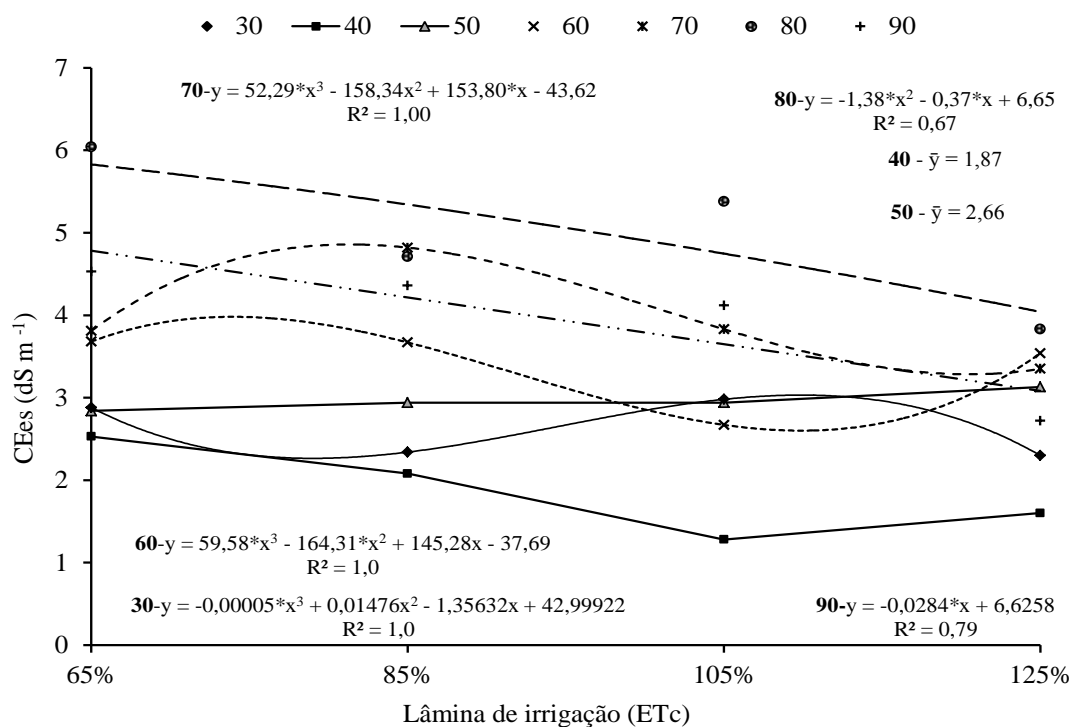


Figura 8- CEes em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014.

A redução da CEes nas áreas que receberam maiores lâminas de irrigação é resposta da eficiência do aumento da lâmina na lixiviação dos sais e, com efeito, na redução da CEes. Esta situação foi obtida por Ayers e Westcot (1999) ao afirmarem que o aumento da fração de lixiviação reduz o acúmulo de sais na camada superficial e promove melhor distribuição de sais no perfil.

Assis Júnior et al. (2007) avaliaram o acúmulo de sais em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação, e verificaram que a aplicação de água salina provocou aumento da salinidade e da sodicidade do solo, porém, esses efeitos foram mitigados parcialmente pelo aumento da fração de lixiviação aplicada ao solo.

Ferreira et al. (2006) ao avaliarem os efeitos de lâminas de lixiviação e níveis de salinidade da água de irrigação na cultura da beterraba constataram que os maiores índices de salinidade no perfil do solo, ao final do ciclo da cultura, corresponderam aos tratamentos que receberam as menores lâminas de lixiviação.

Na Figura 9 pode-se verificar a CEes do solo ao longo do ciclo da cultura para as diferentes lâminas de irrigação. Observa-se que com exceção da água de baixa salinidade houve uma tendência ao aumento desta variável dos 40 aos 80 DAS e declínio no final do período de avaliação (90 DAS).

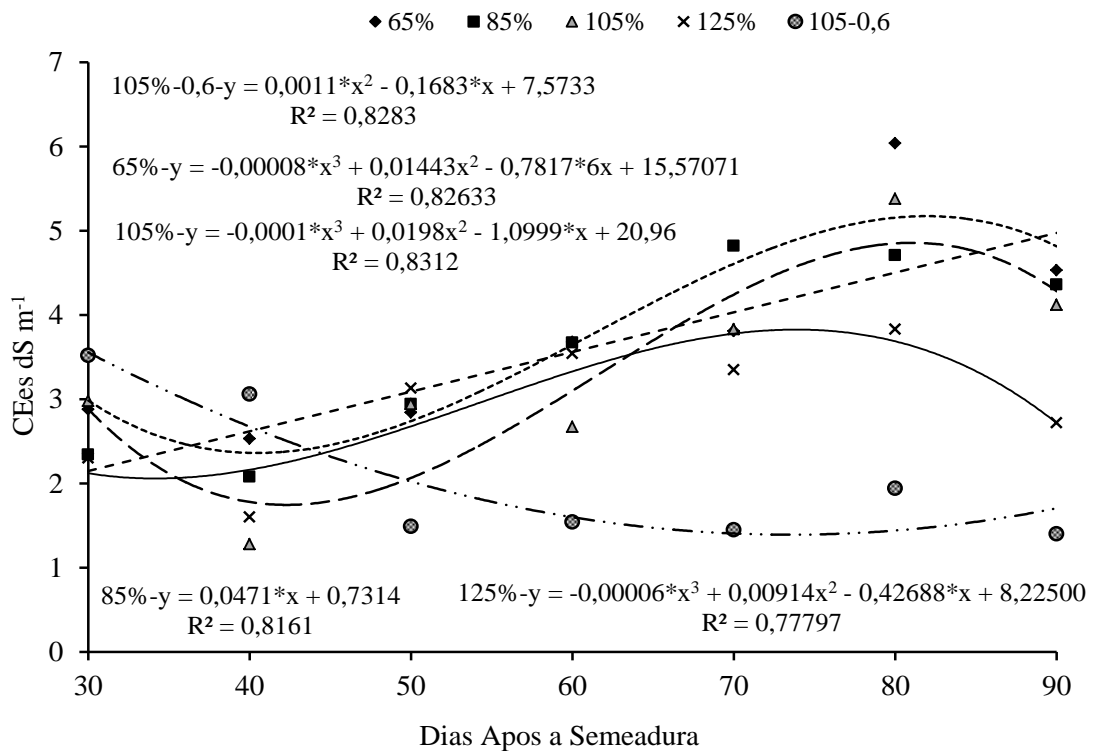


Figura 9- CEes em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014.

No início, os solos estavam com a mesma salinidade, devido provavelmente às adubações anteriores, com a aplicação dos tratamentos observou-se que a fração de lixiviação da água de baixa salinidade foi mais eficiente em reduzir a salinidade do solo, em relação às demais.

Os menores valores de CEes foram verificados no tratamento que recebeu água de baixa salinidade, mas nos tratamentos com água de alta salinidade a redução da CEes foi maior no solo irrigado com a maior lâmina de irrigação (125%) a partir dos 70 DAS.

Pelos resultados a maior fração de lixiviação contribuiu para a redução da salinidade do solo.

De acordo com Armas et al. (2010), a salinização do solo progride quando a quantidade de sais, nele acumulada pela água de irrigação é maior que a quantidade removida pela água de drenagem. Ferreira et al. (2006) verificaram que houve aumento da salinidade do solo com o aumento da salinidade da água de irrigação. Segundo Holanda Filho et al. (2011), o uso de água salina aumenta os teores de magnésio e sódio no solo.

Estudos realizados por Santana e Carvalho (2009), Santos et al. (2012) e Carvalho et al. (2012) concluíram que o aumento da fração de lixiviação provocou diminuição da CEes do solo.

Conforme apresentado na Figura 10 nas áreas irrigadas com água de alta salinidade exibiram aumento da razão de adsorção de sódio (RAS) com o aumento das lâminas de irrigação, exceção apenas para os períodos de 30 e 60 DAS.

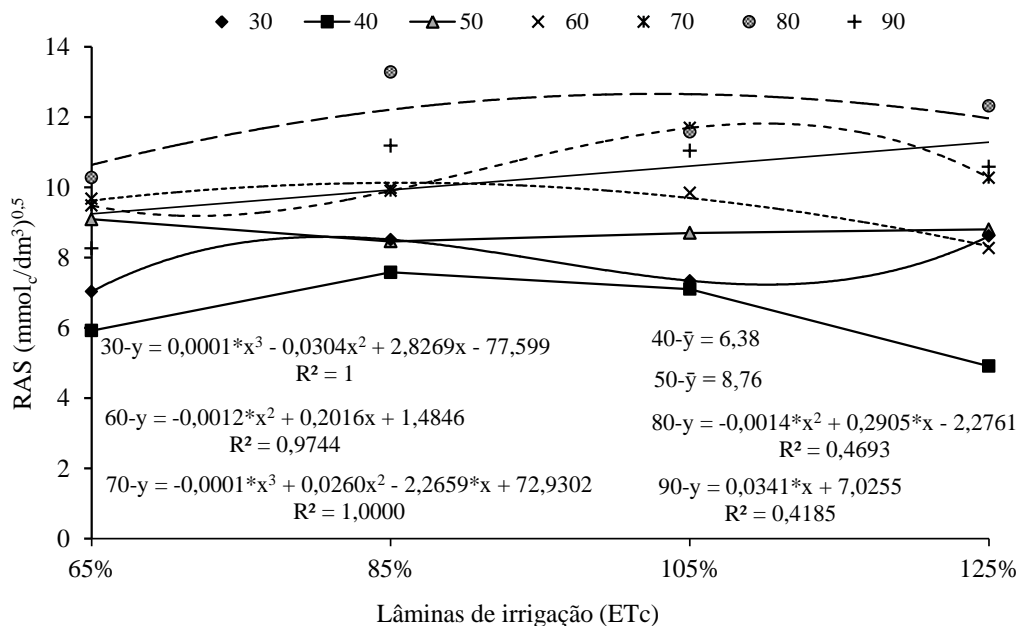


Figura 10- Razão de adsorção de sódio (RAS $\text{cmol}/\text{dm}^3)^{0,5}$ em função das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2013.

Pelos resultados observa-se elevação da RAS em função do aumento das lâminas de irrigação com água salina e estão em acordo com Santana e Carvalho (2009) após avaliarem os efeitos da condutividade elétrica de 0,1; 1,5; 3,5 e 5,5 dS m⁻¹ e quatro lâminas de lixiviação (LL) aplicadas durante o ciclo da cultura do pimentão (0%, 30%, 60% e 90% da evapotranspiração), e verificaram queda da PST com o aumento da lâmina de lixiviação.

Observa-se na Figura 11 a evolução da RAS em função períodos dias após a semeadura para cada tratamento. Verifica-se que nas parcelas que receberam água de alta salinidade nas lâminas de 65 e 125% da ETC os dados ajustaram-se ao modelo de regressão cubica, com aumento da RAS dos 40 aos 80 DAS e decréscimo no final do ciclo da cultura (90 DAS). No solo irrigado com 85 e 105% da irrigação com água de alta salinidade a evolução da RAS foi linear de forma que para cada 10% no aumento da lâmina de irrigação houve um incremento na variável da ordem de 0,75 e 0,82 cmol_c/dm³, respectivamente. Nas parcelas que foram irrigadas com água de baixa salinidade houve uma redução da RAS mais pronunciada no início, com tendência de estabilidade entre os solos em ambas as lâminas no final do ciclo.

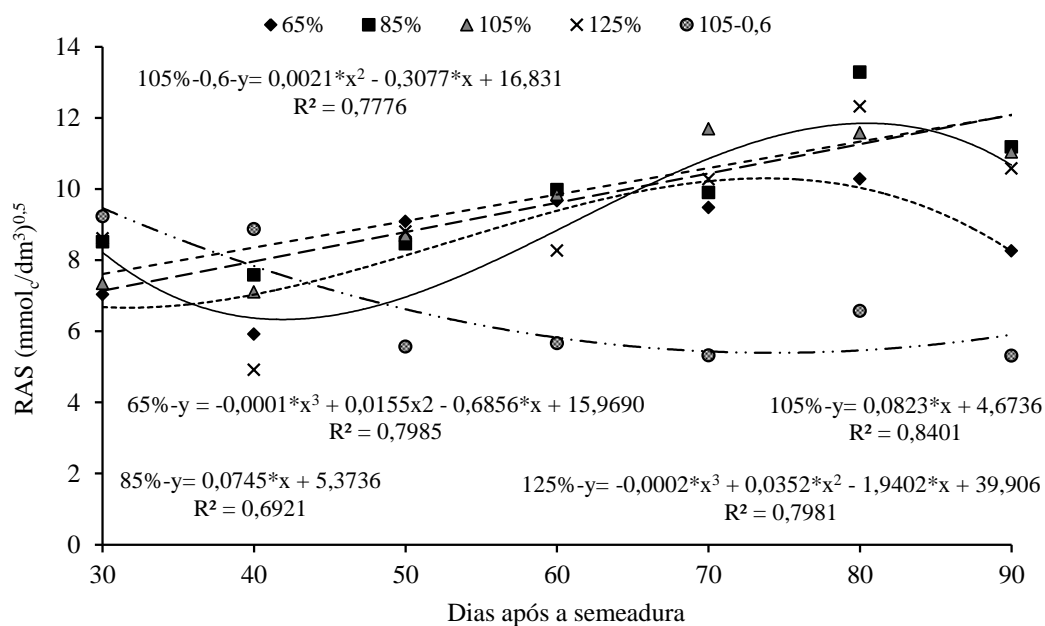


Figura 11- Razão de adsorção de sódio (RAS mmol/dm³)^{0,5} do quiabeiro em função das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014.

No decorrer do ciclo da cultura pode-se constatar que houve uma tendência ao aumento da RAS do solo com a utilização de irrigação com água de alta salinidade, este fato pode ser atribuído ao acúmulo de sódio no solo proveniente da água de origem calcária (Tabela 3), assim como ao aumento da CEes verificado na Figura 8. Segundo Holanda Filho et al. (2011), o uso de água salina aumenta a porcentagem de sódio trocável e a razão de adsorção de sódio, modificando suas características.

Os resultados estão de acordo com Santana e Carvalho (2009), ao detectarem aumento da porcentagem de sódio trocável com a elevação da salinidade da água de irrigação, independente da lâmina de lixiviação. Resultados semelhantes foram obtidos por Cavalcante et al. (2005) e Silva et al. (2007), com as culturas do algodão e banana que também verificaram valores crescentes da RAS do extrato de saturação do solo com o aumento da salinidade/sodicidade da água de irrigação.

4.3. Efeito das lâminas de irrigação e níveis de salinidade sobre as plantas

4.3.1. Diâmetro do Caule

De acordo com a Figura 12, os dados do diâmetro caulinar das plantas em função das lâminas de irrigação com água salina, aos 30, 40 e 50 DAS, não se ajustaram a nenhum modelo, por isso, foram representados pelas médias 7,22, 15,45 e 22,34 mm respectivamente. Aos 60 DAS os dados ajustaram-se ao modelo de regressão cúbico com o maior diâmetro de 23,82 mm referente a lâmina máxima estimada de 112,47% e o menor 19,58mm na lâmina 80,55%. Aos 80 dias após semeadura observou-se que os dados se ajustaram ao modelo de regressão quadrática, com menor valor verificado na lâmina de irrigação de 81,57% com diâmetro correspondente a 22,68 mm. Aos 90 dias após semeadura constatou-se que para cada aumento de 1% na lâmina ocorre um aumento de 0,0661 mm de diâmetro do caule. Numa análise global dos dados percebem aumentos do diâmetro das plantas com o aumento da lâmina de lixiviação.

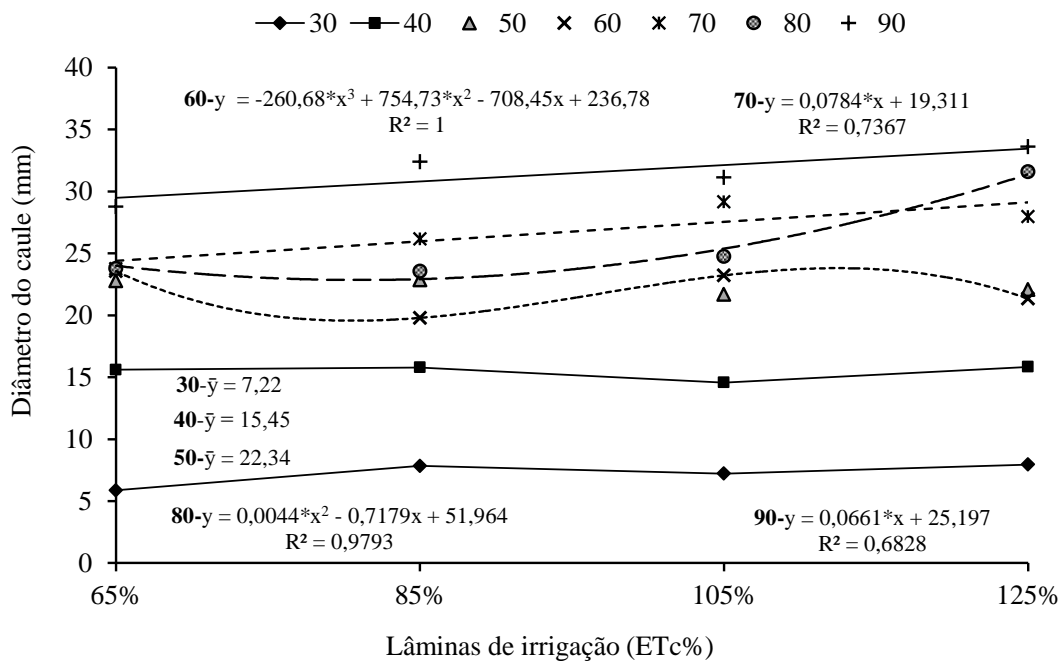


Figura 12– Diâmetro do caule (mm) do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014.

Os aumentos do diâmetro caulinar são respostas das lâminas crescentes de irrigação para a lixiviação ocasionada pelo aumento da lâmina, constatando-se que no tratamento com lâmina 65% o diâmetro do caule foi menor em relação ao valor obtido na lâmina 125. Ao considerar que, em ambos os casos, a irrigação foi feita com água de alto nível de salino ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), podendo esta relacionado também aos maiores valores de tensão da água do solo verificado nas parcelas que receberam as menores lâminas de irrigação. Nesse contexto as maiores lâminas de lixiviação resultaram em menores acúmulos de sais no solo, evidenciando também efeito diluidor dos sais pelo aumento da umidade do solo irrigado com as maiores lâminas de irrigação.

Os resultados corroboram com os de Sousa et al. (2008) avaliaram o efeito das lâminas de irrigação aos níveis de 55, 70, 85, 100 e 115% da evapotranspiração da cultura (ETc) sobre o desenvolvimento das cultivares de algodão herbáceo, CNPA 8H e a BRS Rubi, e constataram efeito significativo dos tratamentos sobre o diâmetro do colo (Inibiram). Outros autores (SOUSA et al. 2008; FREITAS et al. 2012) também constataram efeito deletério das lâminas de irrigação sobre o diâmetro do caule, respectivamente em plantas de algodão herbáceo e girassol.

Os resultados possivelmente estão relacionados às respostas fisiológicas da cultura ao manejo da irrigação com diferentes lâminas de água de irrigação, assim como aos períodos de avaliação, épocas de plantio e condições climáticas. Taiz e Zeiger (2013) afirmam que uma planta, quando submetida ao estresse hídrico, tem praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento afetados, o que pode modificar a anatomia e a morfologia, como também interferir em muitas reações metabólicas e reduzir o crescimento.

Independente da lâmina de irrigação e da salinidade da água, o quiabeiro cresceu linearmente ao longo da idade após a semeadura, mas com superioridade das plantas irrigadas com água não salina na lâmina de 105% da ETc e das plantas irrigadas com lâminas crescentes com a água fortemente salina (Figura13). As plantas irrigadas com água de alta salinidade nas lâminas de 125, 105, 85, 65% sofreram perdas de 11,55%, 18,67%, 21,74% e 20,04% respectivamente em comparação com as plantas que receberam água de baixa salinidade na lâmina de 105% (Figura 13).

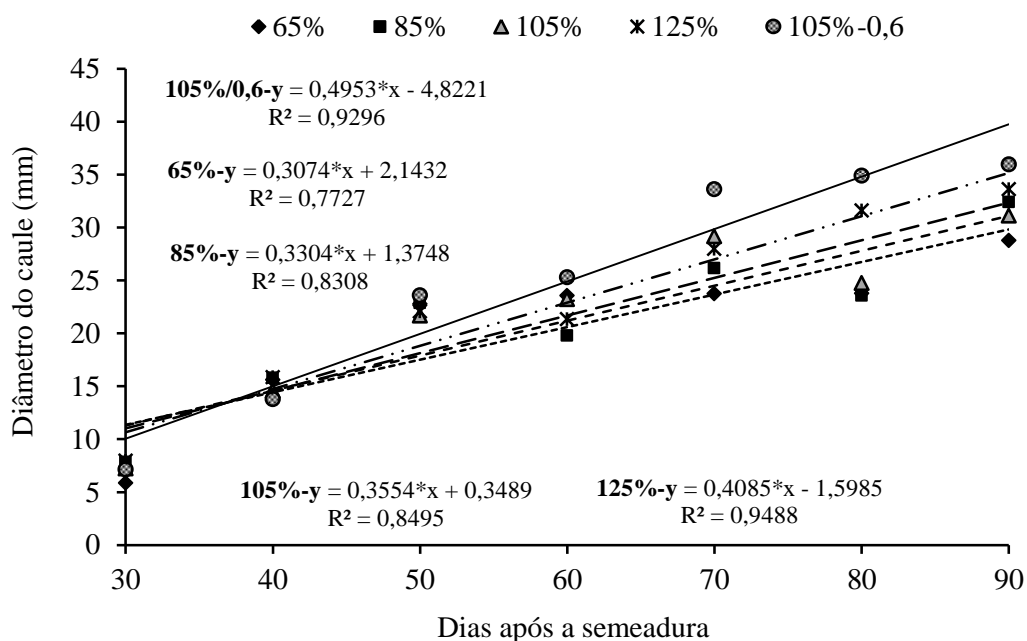


Figura 13– Diâmetro do caule do quiabeiro em função da idade das plantas após a semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0). Mossoró-RN, 2014

O maior diâmetro do caule referente à lâmina (105% em relação à ETc) com menor nível de salinidade (0,6 dS m⁻¹), seguido pelas maiores lâminas de irrigação (105 e 125% ETc) com elevado nível de salinidade (3,5 dS m⁻¹) pode estar relacionados aos menores valores de CEes verificado nestes tratamentos no mesmo período. Em estudo realizado por Silva et al. (2001), com a cultura do quiabeiro, verificou-se que o aumento da salinidade da água de irrigação de 0,5 para 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dSm⁻¹ inibiu significativamente o diâmetro caulinar das plantas, com reduções mais expressivas a partir da salinidade de 1,5 dS m⁻¹.

Oliveira et al. (2013) avaliando o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; e 5,0 dS m⁻¹) sobre o diâmetro de plantas de moringa, constataram perdas expressivas em função do aumento da salinidade da água. Os declínios estão de acordo com os de Santana et al. (2010) ao avaliarem os efeitos da salinidade da água de irrigação (0,1; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m⁻¹) no desenvolvimento e produção do pepino Caipira e observaram menores valores do diâmetro da planta no tratamento com maior nível de salinidade da água - 8,0 dS m⁻¹.

Os resultados estão em conflito com Ferreira et al. (2012), após avaliarem os efeitos das lâminas de irrigação de 80, 90, 100, 110, 120 e 130% da ET_c; respectivamente com água de alta salinidade e 110% da ET_c com água de baixa salinidade, verificaram menor diâmetro do caule na maior lâmina de irrigação com maior nível de salinidade (CE=2,5 dS m⁻¹). Discordam também de Carvalho et al. (2012) após irrigarem o milho águas salinas 1,2 e 3,3 dS m⁻¹ sem e com frações de lixiviação 0, 5, 10, 15 e 20% e verificou-se que a salinidade da água de irrigação não comprometeu o crescimento das plantas pelo diâmetro do caule.

4.3.2. Altura da planta

Na Figura 14 observa-se que houve efeito significativo dos tratamentos sobre a altura das plantas aos 70, 80 e 90 dias após plantio. Aos 70 dias a maior altura 61,67 cm foi registrada na lâmina correspondente a 102,95%. Aos 80 dias o menor valor foi verificado na lâmina 78,05% com valor correspondente a 58,62 cm. Aos 90 DAS houve aumento da altura das plantas com o aumento da lâmina de água com salinidade elevada aplicada, havendo acréscimo de 0,34 cm para cada 1% de acréscimo da lâmina de irrigação verificando-se uma altura máxima na maior lâmina (125%).

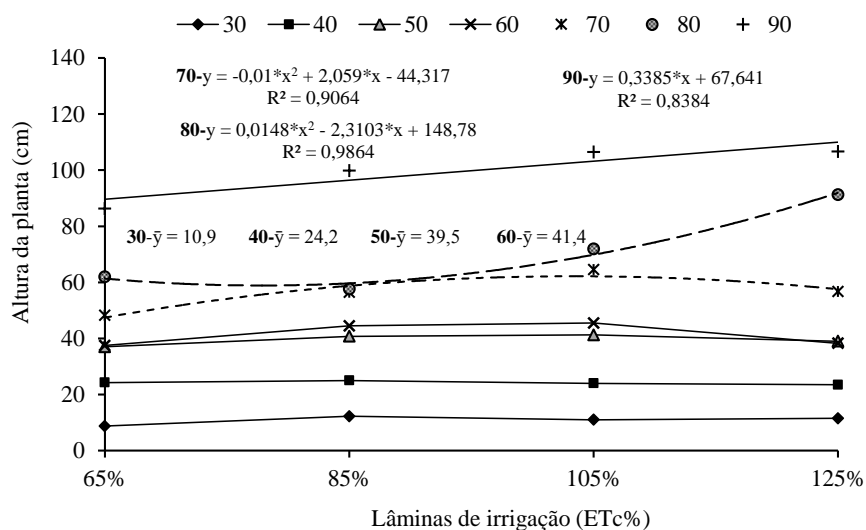


Figura 14– Altura da planta (cm) do quiabeiro em função dos dias após a sementeira e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c. Mossoró-RN, 2014.

Constatou-se que a lâmina de irrigação (125%) foi mais eficiente e proporcionou maior crescimento em altura das plantas comparando aos das irrigadas com lâminas de 65, 85 e 105% da ETc. Essa maior eficiência deve ser resposta da menor disponibilidade de água às plantas tratadas com menores lâminas de provocada pelo aumento da tensão da água do solo.

Os autores Sousa et al.(2008); Freitas et al. (2012); Lima,(2013) após avaliar o crescimento, também constataram aumento da altura das plantas em função do aumento da lâmina de irrigação, respectivamente em plantas de algodão, girassol e pimentão.

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a altura das plantas em função do período após a sementeira (Figura 15), com redução na altura das plantas aos 90 DAS nas plantas irrigadas com água de alta salinidade nas lâminas 65, 85, 105 e 125%, correspondentes as perdas de 35,77, 29,79, 21 e 17,71% respectivamente em relação às plantas sob irrigação com água de baixa salinidade na lâmina de 105%.

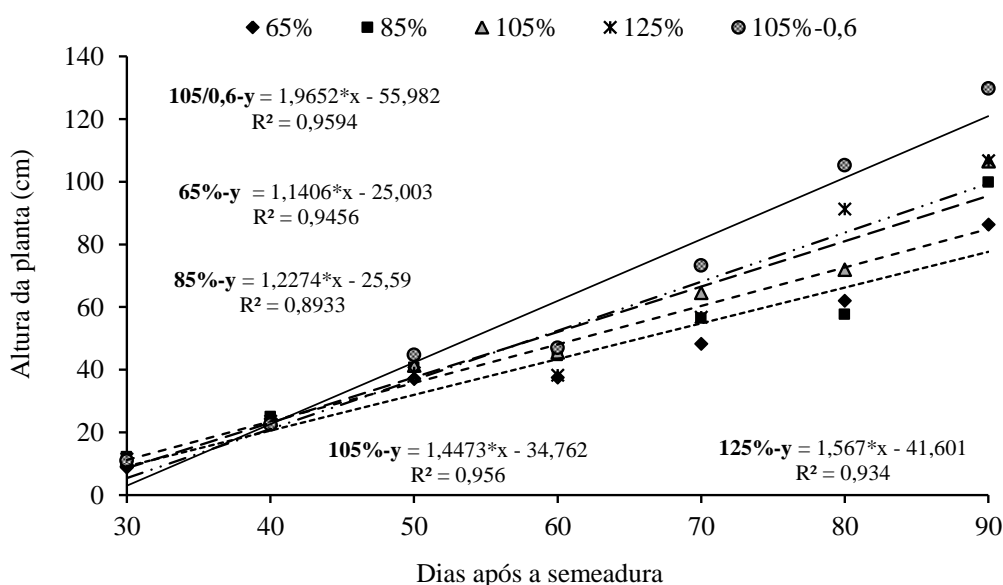


Figura 15– Altura da planta do quiabeiro em função dos dias após sementeira e das lâminas de irrigação correspondente a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014

A menor altura verificada nas plantas que receberam água de alta salinidade pode ser atribuída a maior tensão verificada nos tratamentos que receberam respectiva água (Figura-10), assim como aos maiores valores de CEes. Segundo Doorenbos e Kassam (2000), quando a necessidade hídrica da planta é plenamente satisfeita, existe uma relação direta entre a evapotranspiração e o crescimento, ou seja, evapotranspiração máxima corresponde a crescimento máximo, porém para Lima et al. (2006), quando há uma restrição hídrica, ocorre, também, redução do crescimento, devido ao aumento da tensão matricial, que prova redução no consumo de água e a altura das plantas.

Os resultados do presente estudo não estão de acordo com Carvalho et al. (2012) ao estudarem os efeitos de níveis de salinidade da água de irrigação (CEa- 1,2 e 3,3 dS m⁻¹) e frações de lixiviação (0, 5, 10, 15 e 20%), observaram que a salinidade da água de irrigação não afetou a altura das plantas, devido principalmente ao efeito antagônico das maiores frações de lixiviação sobre o acúmulo de sais do solo.

Em estudos realizados por Ashraf e Ahmad (2000) com plantas de algodão, e Silva et al. (2006) e Ferreira et al. (2012) com quiabeiro, constataram redução na altura com aumento do nível de salinidade da água de irrigação. Ayers e Westcot (1999) e Nobre et al. (2013) afirmam que plantas cultivadas em condições de salinidade do solo ou da água podem ter o crescimento inibido pelo efeito osmótico que ocasiona a redução de absorção da água pelas plantas.

Oliveira et al. (2013) estudaram os efeitos da salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; e 5,0 dS m⁻¹) na altura das plantas de moringa e verificaram redução linear com o aumento da salinidade. Em estudo com a cultura do pepino Caipira também se constatou redução do comprimento da haste (m) em função do aumento da salinidade da água de irrigação (SANTANA et al., 2010).

4.3.3. Número de folhas por planta

Para o variável número de folhas por planta (Figura 16) verifica-se que não houve efeito estatístico das lâminas de irrigação e salinidade aos 30 e 60 dias após semeadura. Aos 70 dias após semeadura os dados ajustaram-se ao modelo linear decrescente, sendo que para cada 4% de acréscimo na lâmina de irrigação com água salina ocorreu incremento de uma folha/planta correspondendo a uma redução de 6,3, 12,76 e 19,12%

nas lâminas de 105, 85 e 65% respectivamente em relação às plantas que receberam 125% da irrigação com água de alta salinidade. Aos 80 dias após semeadura os dados correspondentes a irrigação com água de alta salinidade ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo o menor valor constatado na lâmina correspondente a 84,51% da ET_c com 47,15 folhas/planta. Verifica-se ainda na Figura 16 que no final do ciclo da cultura (90 DAS) os maiores valores (96,17) foram verificados na lâmina correspondente á 81,98% e o menor número de folhas (79) na lâmina 112,11%

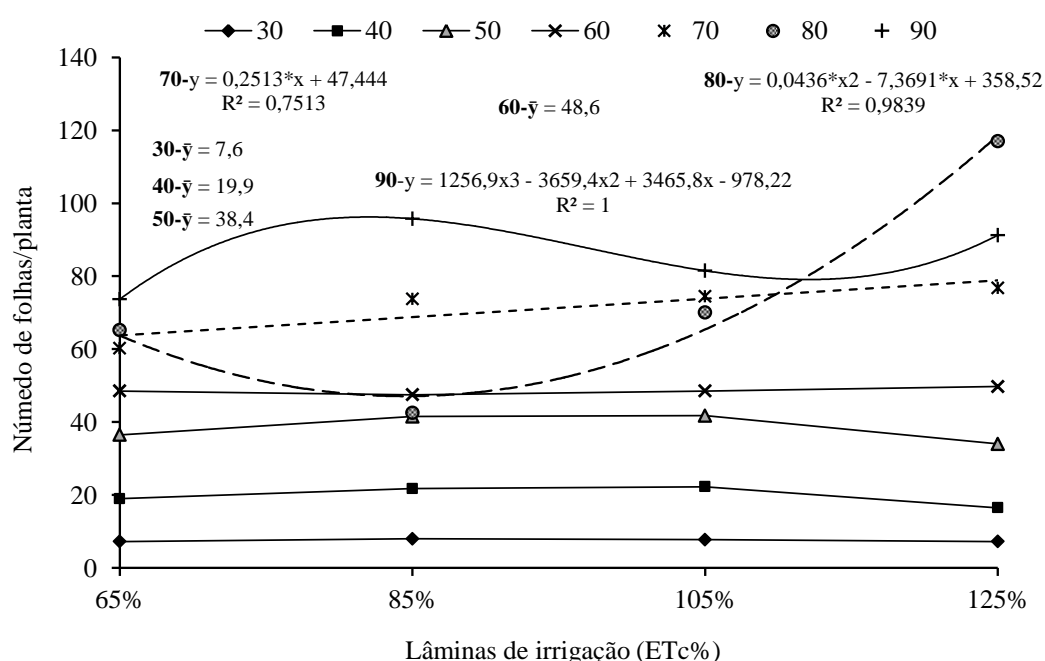


Figura 16– Número de folhas/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c. Mossoró-RN, 2014

O aumento do número de folhas nas plantas que receberam 85% da ET_c com água de alta salinidade em relação as que receberam 65% pode ser resultante de mecanismos desenvolvidos pela planta para superar maior acúmulo de sais no solo, que pode ser confirmado pelos valores de RAS Figura 10. Observando-se os resultados verifica-se aumento do número de folhas em função do aumento da lâmina de irrigação, corroborando com Sousa et al. (2008) que avaliaram o efeito de diferentes lâminas de

irrigação(55, 70, 85, 100 e 115% da evapotranspiração da cultura - ETc) sobre o número de folhas de cultivares de algodão herbáceo, verificaram efeito significativo dos tratamentos sobre a mesma variável, com aumento em função do aumento das lâminas de irrigação. Os resultados discordam dos de Ferreira et al (2012) ao concluírem que o aumento das lâminas de irrigação não resultou em aumento do número de folhas por planta de quiabeiro. Os comportamentos distintos dos resultados podem ser devido ao período de avaliação, visto que o trabalho em apreço as avaliações foram feitas em diferentes fases do desenvolvimento, e no estudo realizado por Ferreira et al. (2012) foi feita apenas aos 100 dias após plantio. De acordo com Tester e Davanporte, (2003) o grau de tolerância à salinidade varia entre espécies, cultivares e pode variar, inclusive, entre estádios fenológicos de um mesmo genótipo.

Freitas et al. (2012) avaliaram o efeito de lâminas referentes a 25, 50, 75, 100 e 125% da lâmina de irrigação referente a 100% da ECA oriundas de poço ($CE\ 208\ \mu S\ cm^{-1}$) e de esgoto ($CE\ 727\ \mu S\ cm^{-1}$) e verificaram ausência de efeito das lâminas sobre o número de folhas. Shannon e Grieve (1999) afirmam que a tolerância a salinidade entre as culturas esta relacionada à existência de variabilidade genética.

Quanto aos efeitos em função dos dias após semeadura (Figura 17), das lâminas de irrigação e da salinidade das águas constata-se que as plantas irrigadas com água de alta e baixa salinidade independente das lâminas de irrigação, ajustaram-se ao modelo de crescimento linear, porém com redução no número de folhas da ordem de 29,45, 25,07, 21,54 e 1,04% das lâminas de irrigação correspondentes a 65, 85, 105 e 125% respectivamente, em relação às plantas que receberam água de baixa salinidade na lamina 105% aos 90 dias após semeadura.

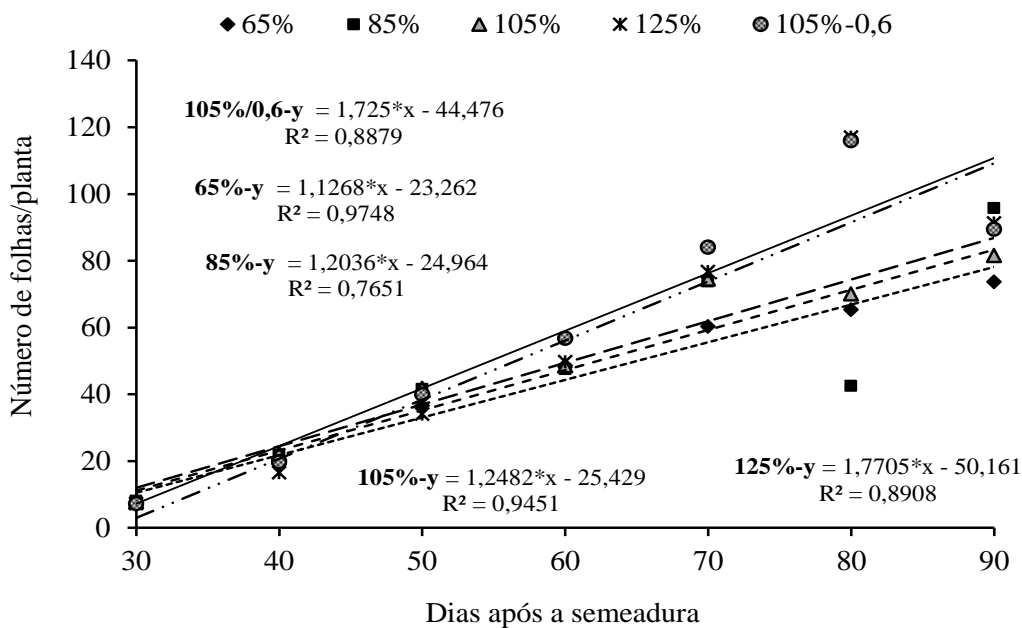


Figura 17– Número de folhas/planta do quiabeiro em função de dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a E_{Tc} (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a E_{Tc} . Mossoró-RN, 2014

Pelos resultados os menores números de folhas foram registrados nas plantas irrigadas com as menores lâminas de água salina, em razão do estresse provocado pela maior concentração de sais no solo e maiores valores de tensão da água do solo, verificados nos respectivos tratamentos (Figura 6 na mesma profundidade). Segundo Taiz e Zeiger, (2013), o primeiro efeito da salinidade no desenvolvimento das plantas é a redução no crescimento, provocado pelo decréscimo no potencial hídrico da solução do solo em nível abaixo limite de absorção de água pelas células das raízes, impedindo, por conseguinte, a expansão celular, visto que o potencial de pressão da célula tende a se igualar com o do solo.

A ação dos sais do presente estudo está em acordo com Oliveira et al. (2011) ao constatarem que o aumento da salinidade das águas (S1-0,5; S2-1,5; S3-2,5; S4-3,5 e S5-4,5 dS m^{-1}) inibiu a emissão de folhas de cultivares de alface. Esta de acordo também com Oliveira et al. (2013), ao concluírem que o aumento dos níveis de salinidade da água de

irrigação (0,5; 2,0; 3,5; e 5,0 dS m⁻¹) comprometeu o número de folhas de moringa (*Moringa oleifera* Lam). Outros autores como Silva et al. (2008) e Batista et al. (2012), também verificaram redução do número de folhas de rúcula e alface, respectivamente, sob irrigação com água salina. Por outro lado, o comportamento dos dados discorda de Ferreira et al. (2012) ao avaliarem o efeito das lâminas de irrigação com diferentes níveis de salinidade (0,5 dS m⁻¹ e 2,5 dS m⁻¹) no crescimento do quiabeiro, e observaram ausência de efeito da salinidade sobre o número de folhas por planta. Dentre os fatores que podem justificar a discordância de resultados estão o nível de salinidade da água e do solo, a quantidade de água aplicada, o período de aplicação, e as condições edafoclimáticas locais.

4.3.4. Área foliar

Para a variável área foliar (AF) observam-se na figura 18 que apenas as plantas irrigadas com a menor lâmina de água salina ajustaram-se ao modelo de regressão linear com os maiores valores alcançados os 90 DAS (4469,98 cm²/planta), correspondendo a um aumento de AF 675,32 cm²/planta a cada 10 dias. Nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade (T1- 105%/0,6 ds m⁻¹) e as que receberam água de alta salinidade (3,5 ds m⁻¹) na maior lâmina de irrigação (125%) os dados ajustaram-se ao modelo quadrático podendo-se constatar que os maiores valores (7881,78 cm²/planta). Para as plantas que receberam água de alta salinidade nas lâminas 85% e 105% os dados ajustaram-se ao modelo de regressão cúbico, sendo constatados ainda na figura 10 que para a lâmina 85% a maior área foliar (5854,26 cm²) foi verificada aos 68 DAS e a menor aos 83 DAS (2535,744 cm²). Nas plantas que receberam 105% a maior área foliar (4864,79 cm²) foi verificada aos 63 DAS e a menor (24113,2 cm²) aos 90 DAS.

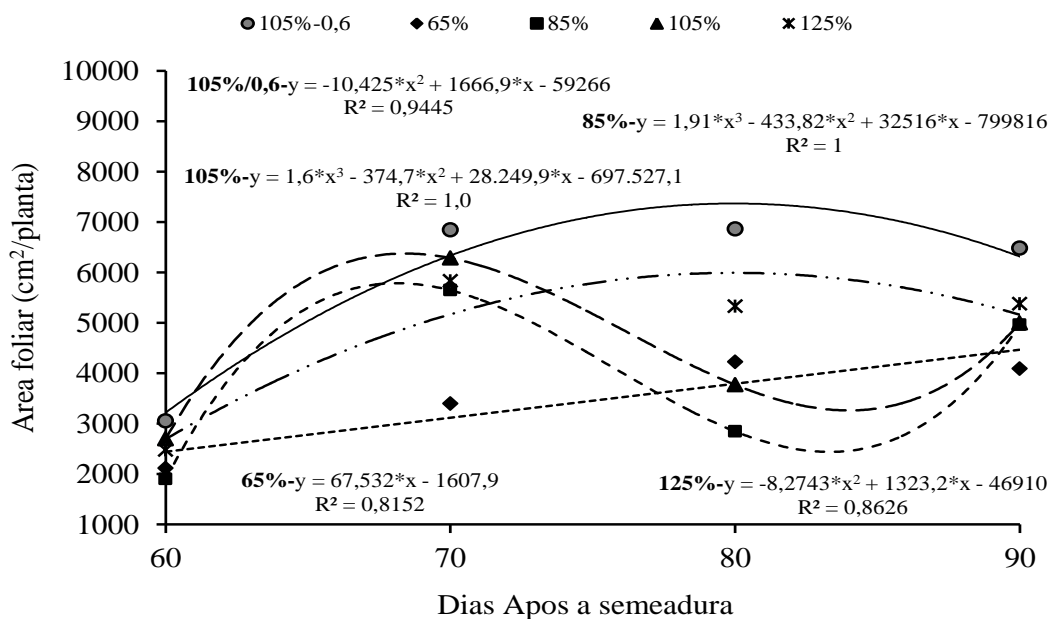


Figura 18– Área foliar do quiabeiro em função de dias após semeadura e das lâminas de irrigação correspondente a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ET_c (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c . Mossoró-RN, 2014

Em todos os períodos de avaliação, as maiores área foliar foram obtidas nas plantas irrigadas com a lâmina de 105% da água não salina explicitando efeito negativo da salinidade sobre a área foliar. Os resultados estão de acordo com Bosco et al. (2009) após avaliarem o efeito de níveis de salinidade em plantas de berinjela e verificarem diminuição significativa na área foliar com o aumento das salinidade da água a partir de $8,12 \text{ dS m}^{-1}$, sendo que, ao atingindo o nível mais elevado de salinidade ($14,10 \text{ dS m}^{-1}$) a planta reduziu a área foliar em cerca de 67,68%, em relação à CE de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$. Chartzoulakis e Klapaki (2000), constataram que a área foliar de híbridos de pimentão, em diferentes estágios de desenvolvimento, foi afetada pela salinidade a partir do nível $4,1 \text{ dS m}^{-1}$.

Outros autores como Folegatti e Blanco (2000), Silva et al. (2001), Farias et al. (2003), Medeiros et al. (2012), Batista et al. (2012) e Oliveira et al. (2013) observaram que a elevação do teor salino das águas provoca declínios da área foliar de plantas de

berinjela e pepino, quiabo, melão 'Gold mine', melão pele de sapo, alface e moringa na fase de muda.

O efeito deletério da água salina na variável área foliar pode ser atribuído à redução do potencial osmótico da solução do solo causada pelo acúmulo de sais proveniente da irrigação com água de alta salinidade. De acordo com Santos et al. (2012), o efeito osmótico da solução salina provoca redução no potencial hídrico da folha dificultando a absorção de água pelas raízes das plantas e, conseqüentemente, reduzindo a turgescência foliar, ocasionando a diminuição do tamanho das plantas e das folhas, redução a superfície de transpiração e a área exposta para captar radiação.

Munns (2002) atribui a redução na AF das plantas em condições salinas, ao fechamento dos estômatos foliares, com o objetivo de reduzir a perda de água por transpiração acarretando numa perda da taxa fotossintética. Contudo Souza (1995) afirma que a redução da área foliar, resulta na diminuição do volume das células que, em associação com as reduções da atividade fotossintética, contribui para o ajustamento osmótico das plantas à salinidade.

Quanto ao efeito das lâminas de irrigação com água de alta salinidade observa-se na Figura 19 que os valores aumentaram linearmente a área foliar aos 90 DAS, quando comparada, aos 70 e 80 DAS os dados ajustaram-se ao modelo de regressão quadráticos estando os maiores valores de área foliar aos 70 DAS na lâmina correspondente á 106,78% (6369,63 cm²/planta), e aos 80 DAS os menores valores foram verificados na lâmina 89,23% (3066,09 cm²/planta).

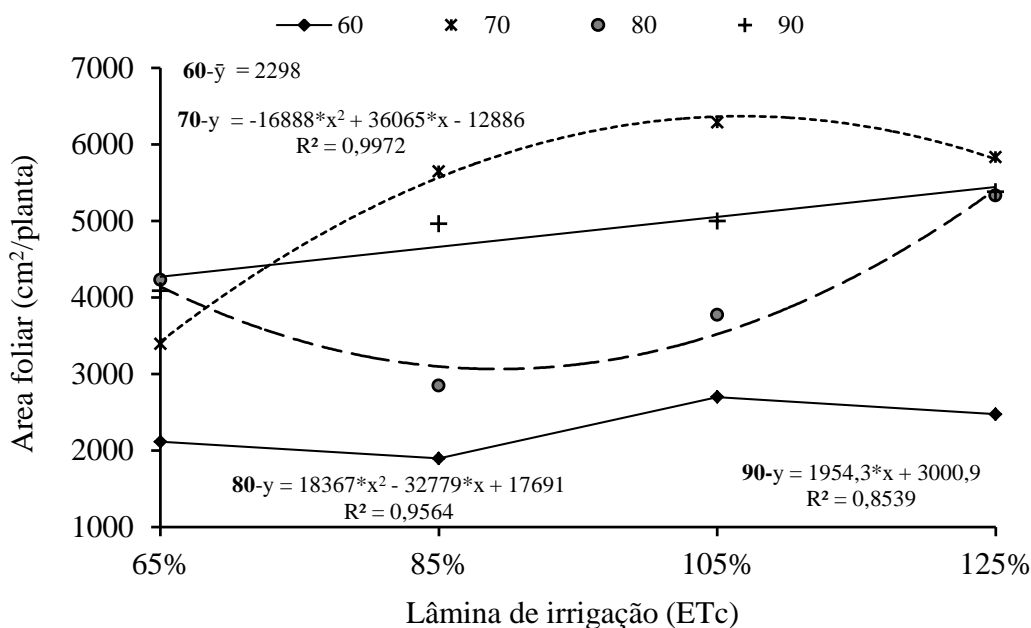


Figura 19- Área foliar $\text{cm}^2/\text{planta}$ do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c . Mossoró-RN, 2014

O efeito significativo das lâminas de irrigação sobre a área foliar corrobora com Farias et al. (2003) ao estudarem a influencia lâminas de irrigação (0,55; 0,70; 0,85; 1,00; 1,15 e 1,30 da evapotranspiração máxima da cultura) e salinidade da água ($0,55$ e $2,65 \text{ dS m}^{-1}$) sobre o crescimento, o desenvolvimento foliar e o acúmulo de matéria seca da cultura de melão ‘Gold mine’ e constataram que a área foliar foi significativamente afetada pelas lâminas de irrigação.

Soares et al. (2012) avaliaram o efeito de lâminas de irrigação (60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração da real - E_{Tr}) sobre área foliar do tomateiro e constataram que o aumento das lâminas crescentes de água promoveram, na fase vegetativa do tomateiro, aumento na área foliar. Medeiros et al. (1998) afirmam que as maiores lâminas de irrigação atuam como fração de lixiviação, e mantem o solo mais úmido ao longo do tempo, reduzindo os efeitos de níveis altos de salinidade sobre o solo e as plantas.

4.3.5. Números de botões florais

Verifica-se na Figura 20 os dados referentes a números de botões florais, constatando-se o maior número plantas que receberam água de baixa salinidade (L0-0,6 dS m⁻¹ e 105%) e ajustaram-se de forma significativa ao modelo de regressão quadrática sendo o maior número observado aos 83 dias após a semeadura (35 botões/planta). Para as plantas tratadas com água de alta salinidade na lâmina 65% os dados ajustaram-se ao modelo cúbico e constata-se que o número máximo de botões florais (21) foi verificado aos 83 DAS e o menor número (7,0) foi verificado aos 65 DAS. Nas plantas irrigadas com água de alta salinidade nas lâminas de 105 e 125% aos dados ajustaram-se ao modelo linear com um aumento de 1,52 e 5,13 botões a cada intervalo de dez dias respectivamente.

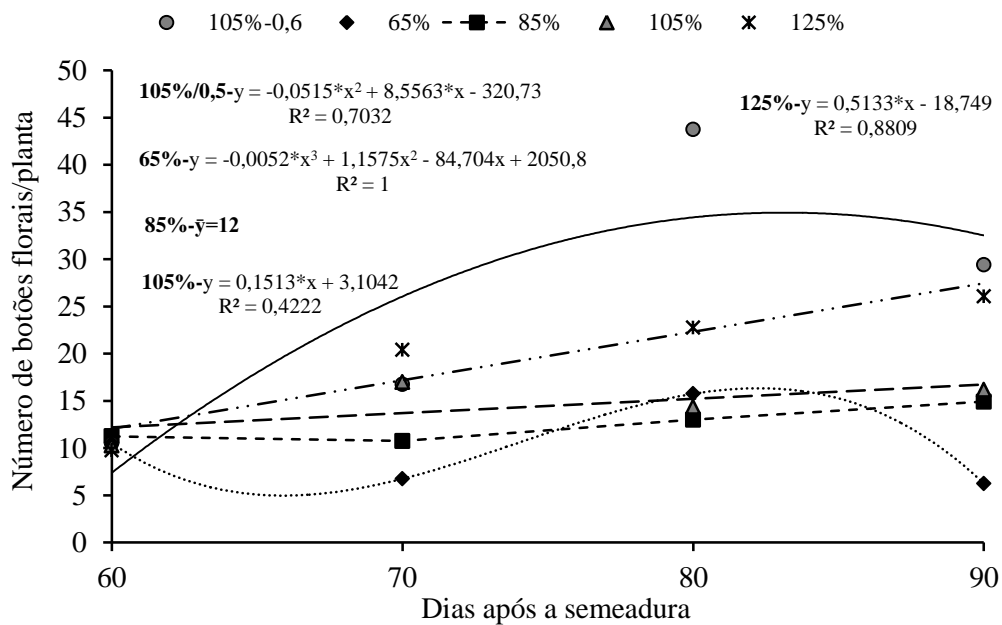


Figura 20– Número de botões florais/planta do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação correspondentes a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014.

O maior e menor número de botões florais foi emitido pelas plantas irrigadas com água de menor e maior nível salino e os valores expressam respectivamente, ao menor e ao maior acúmulo de sais no solo. Segundo Vysotskaya et al. (2010), a salinidade é

considerada fator ambiental que mais pode inibir severamente o crescimento das plantas e produtividade agrícola.

De acordo com Santos et al. (2012), o efeito osmótico da solução salina provoca redução da produtividade das plantas. Como foi verificado por Oliveira et al. (2012) ao estudarem os efeitos da salinidade das águas de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; 4,5,0 e 6,5 dS m⁻¹) em sementes tratadas e não tratadas com regulador de crescimento na produção do algodoeiro e observaram redução do número de capulhos/plantas com aumento salino das águas.

Dias et al. (2013) em estudo com plantas de maracujazeiro sob níveis salinos, constataram que a salinidade da água de irrigação exerceu efeito prejudicial com declínio da emissão dos botões florais. Travassos et al. (2011), também verificaram redução em 9,64% do número de aquênios em plantas de girassol, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

De acordo com Cerqueira et al. (2008), a influencia negativa do aumento da concentração de sais sobre o número de botões florais, possivelmente esta relacionado a reação das plantas em condições de estresse hídrico, restringindo o potencial total de água menos disponível às plantas, reduzindo o alongamento célula e a população floral, de forma a tentar garantir a perpetuação da espécie. Neste contexto, existe também a possibilidade de ocorrer restrição da absorção de nutrientes pelas raízes, ocasionada pela redução do fluxo de água entre o solo e a planta, entre os quais o nitrogênio que também exerce função de estimular a formação e o desenvolvimento de gemas florais (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Ao comparar apenas as plantas que receberam água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹) verifica-se na Figura 21 que para a variável número de botões florais os dados não se ajustaram-se a nenhum modelo matemático aos 60 DAS, sendo que aos 70 e 90 DAS ajustaram-se ao modelo linear e os moires valores foram observados em ambos os tratamentos nas plantas que receberam 125% da lâmina de irrigação, correspondendo a uma redução de 22, 54,61 e 68,10 % nos tratamentos que receberam 105, 85 e 65 % da lâmina de irrigação aos 70 DAS. Aos 90 DAS a redução foi de 24,35, 48,66 e 73,01% respectivamente. Aos 80 DAS os dados ajustaram-se ao modelo quadrático podendo-se

observar que os menores valores foram identificados na lâmina correspondente a 86,95% (12,54 botões florais/planta).

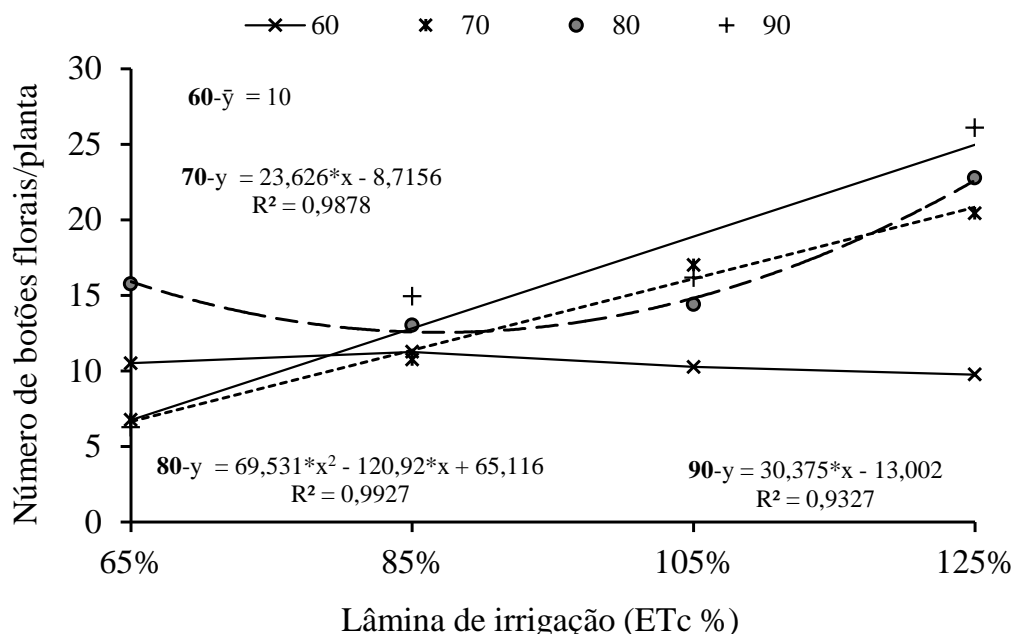


Figura 21– Número de botões florais/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação corresponde com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014

De acordo com resultados obtidos no presente estudo, constatou-se aumento do número dos botões florais em função do aumento das lâminas de irrigação. Em trabalho realizado por Freire (2008), avaliando diferentes lâminas de irrigação (55%, 70%, 85%, 100%, 115% e 130% da ETc) em função do kc da cultura, verificou que houve efeito da lâmina de irrigação no número de botões florais de algodão/por planta, com crescimento no número de botões florais em função do aumento da lâmina.

Alves et al. (2005) verificaram o efeito de lâminas de água residuária (360, 400, 440 e 480 mm) sobre os botões florais de algodão de fibra marrom e constataram aumento da variável estudada, em função do aumento das lâminas. Os resultados possivelmente estão relacionadas a maior disposição de água devido a maiores lâminas de irrigação aplicadas, podendo ter havido lixiviação de sais das zonas de desenvolvimento do sistema radicular para as zonas mais profundas do solo.

O comportamento dos dados divergem do obtido por Bortolo et al. (2009) ao concluírem que o aumento das lâminas de irrigação (T1 - 0% (sem irrigação); T2 - 50%; T3 - 100% e T4 - 150% ECA) reduziu o número de botões florais em plantas de calêndula. A divergência dos resultados pode estar relacionada ao manejo da irrigação, condições edafoclimáticas, e espécies estudadas.

4.3.6. Massa seca do caule

A massa seca do caule aumentou linearmente com a idade das plantas após a semeadura com superioridade das plantas irrigadas com água de baixa salinidade (105%-0,6 ds m⁻¹) a 105% da ETc estimada obtiveram um acúmulo médio de 198,28 g/planta aos 90 DAS, o que corresponde a um acúmulo de 59,9 g a cada 10 dias no período de avaliação. Nas plantas que receberam água de alta salinidade nas diferentes lâminas (65, 85, 105 e 125% da ETc), o acúmulo de massa seca do caule também aos 90 DAS foi da ordem de 123,01, 143,39, 156,36 e 183,48 g/planta, respectivamente (Figura 22).

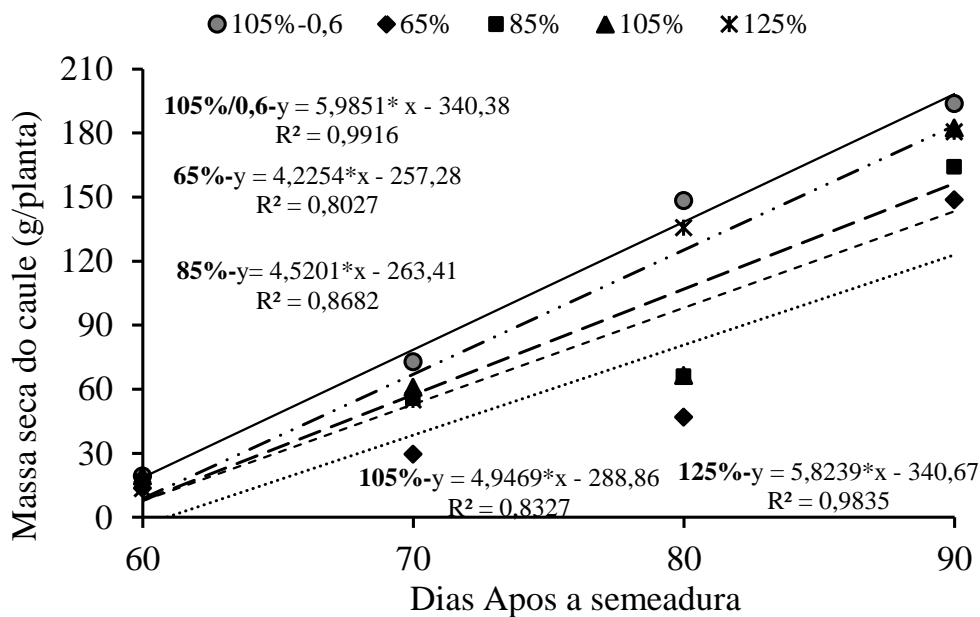


Figura 22– Massa seca do caule do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014

A massa seca do caule foi maior no tratamento com menor nível de salinidade da água de irrigação na lâmina 105%, e menores nas plantas submetidas a água de alta salinidade e menores lâminas de irrigação (65 e 85%). Os resultados estão relacionados ao efeito da CEEs e das maiores tensões da água no solo que afetaram de forma direta as variáveis altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas e conseqüentemente a massa seca do caule.

Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com Silva et al. (2006) que estudaram o efeito de diferentes níveis de salinidade (0,5, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) da água de irrigação, e constataram efeito deletério da salinidade sobre a matéria seca do caule do quiabeiro, com o maior valor observado no tratamento com menor nível de salinidade e o menor valor observado no maior nível de salinidade. Batista et al. (2012) também avaliaram níveis de salinidade da água (0,16, 1,5, 2,0, 3,5 e 6,0 dS m⁻¹) na matéria seca do caule de plantas de alface, e observaram que o aumento da salinidade proporcionou decréscimos da variável nos tratamentos irrigados com condutividade elétrica da água de 6,0 dS m⁻¹.

Medeiros et al. (2012) avaliaram a alocação de massa seca do meloeiro Pele de Sapo, em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,54, 1,48, 2,02, 3,03 e 3,90 dS m⁻¹), e observaram que a massa seca do caule foi reduzida linearmente ao nível de 2,19 g planta⁻¹ em função do aumento da salinidade da água de irrigação. Os resultados podem estar relacionados a limitações ocasionadas pela salinidade quanto a absorção de água e nutrientes do solo, limitando o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Na Figura 23 podem-se verificar os valores de massa seca do caule em função das lâminas de irrigação com água de alta salinidade e períodos após a semeadura, onde aos 70 e 80 DAS os dados ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático, sendo que aos 70 DAS os maiores valores de massa do caule foram observados na lâmina de irrigação correspondente a 105,16% da ETc (62,56 g/planta) e, aos 80 DAS os menores valores foram identificados na lâmina 73,70% (48,79 g/planta). Aos 90 DAS os dados ajustaram-se ao modelo de regressão linear e os maiores valores de acúmulo de massa seca de caule foram verificados nas plantas que receberam a maior lâmina de irrigação (185,9 g/planta)

correspondendo a uma redução de 18,35, 12,22 e 6,08% nas plantas que receberam as lâminas 65, 85 e 105% da ETc, respectivamente.

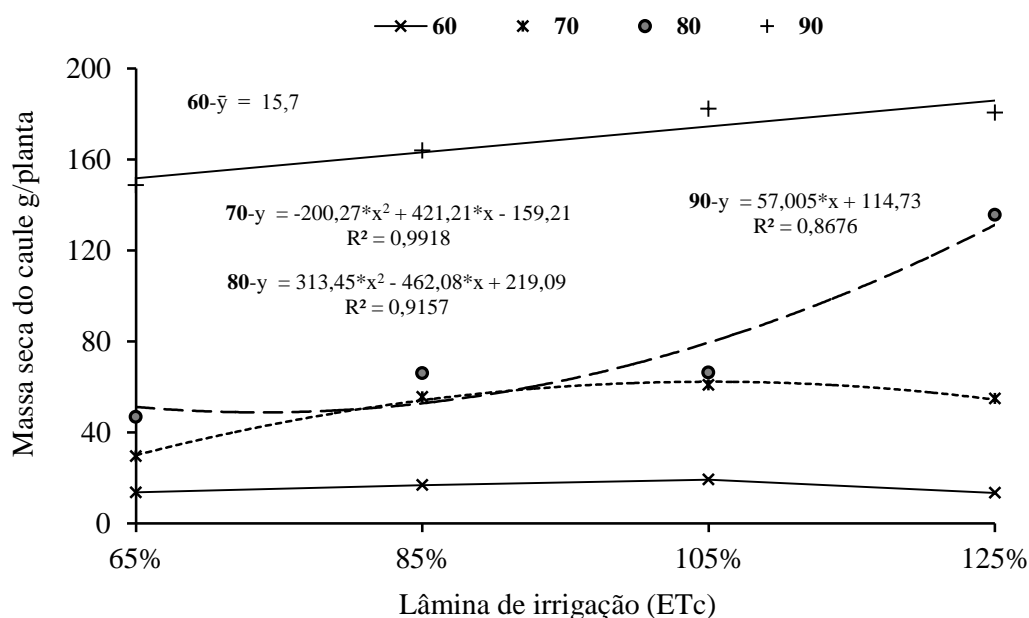


Figura 23- Massa seca do caule g/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014

Os maiores valores de matéria seca do caule em função da lâmina de irrigação foram verificados nas maiores lâminas de irrigação e estão relacionados ao efeito do aumento da lâmina de irrigação na redução da CEEs que pode ser verificado na Figura 8. De acordo com Carvalho et al. (2012), a fração de lixiviação considerada prática alternativa favorece a redução do excesso de sal do solo. Os resultados do presente trabalho corroboram com Brito et al. (2012), que estudaram o efeito de quatro lâminas (60, 80, 100 (testemunha) e 120% da Evapotranspiração da real - ETr) sobre a fitomassa seca do caule do tomateiro e constataram que a aplicação de lâminas crescentes de água proporcionaram aumento na fitomassa seca do caule, sendo os melhores resultados obtidos com a lâmina de 120% da ETr.

Figueirêdo et al. (2012) avaliaram a influencia de lâminas de irrigação [(60, 80, 100 e 120 % da ETo (mm dia^{-1})] sobre a massa seca do caule e observaram ausência de

influencia das lâminas, contudo a lâmina de 120 % promoveu maior acúmulo em fitomassa seca do caule do meloeiro. Suassuna et al. (2010) também observaram efeito significativo das lâminas de irrigação sobre a massa seca do caule de mudas de maracujazeiro, com aumento em função do aumento das lâminas de irrigação.

Os resultados obtidos podem ser justificados pela maior capacidade de lixiviação dos sais nas maiores lâminas de irrigação. De acordo com Carvalho et al. (2012) a fração de lixiviação é uma quantidade extra de água, relativa à aquela que é aplicada e penetra no solo, acarretando na lixiviação do excesso de sais no ambiente radicular das plantas.

4.3.7. Massa seca de folhas

Na massa seca de folhas pode-se constatar na Figura 24 que as plantas que receberam água de baixa salinidade (105/0,6 dS m⁻¹) e as plantas que receberam água de alta salinidade na maior lâminas de irrigação (125/3,5) ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático, podendo-se verificar que em ambos os tratamentos o maior acúmulo ocorreu aos 78 DAS correspondendo a 175,93 g/planta e 126,2 g/planta, respectivamente. Com relação às plantas que receberam 85% da lamina com água de alta salinidade o maior acumulo de massa seca foi verificado aos 67 DAS (126,47 g) e o menor aos 82 (37,57 g). Nas plantas que receberam 105% da irrigação com água de alta salinidade o menor valor foi verificado aos 84 DAS (43,53 g) e o maior acumulo foi verificado aos 67 DAS (105,66 g).

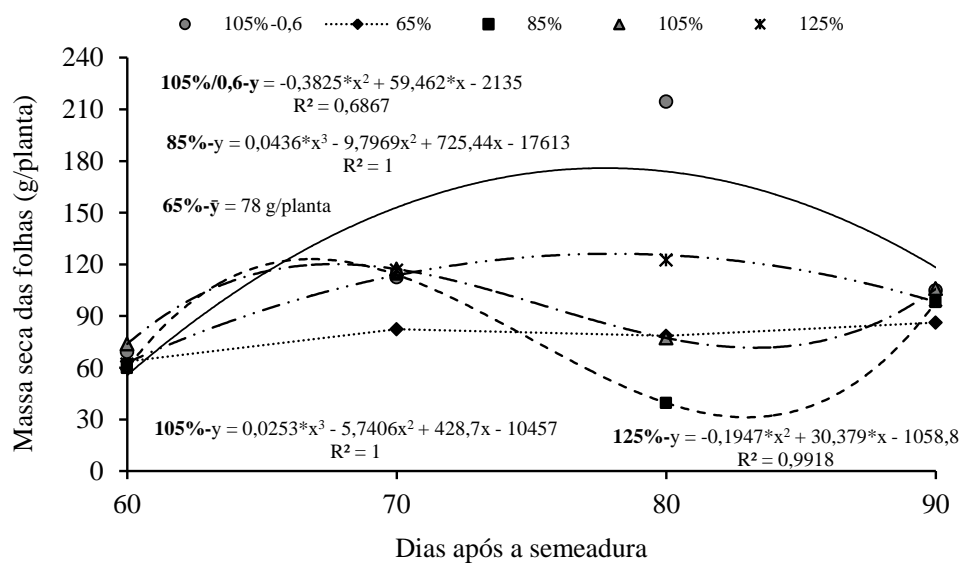


Figura 24– Massa seca das folhas do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação correspondente a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ET_c (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c. Mossoró-RN, 2014

Os menores valores de massa seca das folhas obtidos nas plantas que receberam água de alta salinidade podem ser devidos ao acúmulo de sais no solo e ao efeito deletério dos mesmos sobre a variável analisada. Segundo Vysotskaya et al. (2010), a salinidade é considerada fator ambiental que pode inibir severamente o crescimento das plantas e a produtividade agrícola, como foi observado por Silva et al. (2001), que avaliando o efeito da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento vegetativo do quiabeiro verificaram que a elevação dos níveis de salinidade da água de irrigação resultou em queda do rendimento da matéria seca das folhas do quiabo. Verificaram também que a irrigação das plantas com água de condutividade elétrica 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ proporcionou perda de rendimento da matéria seca das folhas de 12,13; 8,43; 4,10 e 2,85 g/planta respectivamente, correspondente a reduções em torno de 40; 58; 80 e 86%. Segundo Santos (1999), os efeitos depressivos do desequilíbrio no ambiente radicular são transferidos para a parte aérea das plantas que são submetidas a irrigação com água salina.

Em trabalho realizado por Batista et al. (2012) avaliando cinco níveis de salinidade de água (0,16, 1,5, 2,0, 3,5 e 6,0 dS m⁻¹) em alface variedade Regina, verificaram que o aumento da salinidade promoveu decréscimos da massa seca de folhas. Lemos Neto et al. (2012) ao avaliarem o crescimento inicial do pimentão submetido a diferentes níveis de salinidade, observaram perda de matéria seca das folhas das plantas com o aumento da salinidade da água.

Farias (2008) avaliando o estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral da gliricídia observaram redução da matéria seca das folhas à medida que se aumentaram as concentrações de NaCl na solução. Medeiros et al. (2012) constataram efeito negativo da salinidade na massa seca de folhas do meloeiro pele de sapo, inclusive detectaram variação dos efeitos de acordo com a fase de desenvolvimento das plantas.

Os resultados obtidos devem ser resposta da deficiência hídrica. De acordo Taiz e Zeiger (2013) de modo geral, a inibição da expansão foliar é uma das primeiras respostas ao déficit hídrico uma vez que os decréscimos de turgor reduzem ou eliminam a força propulsora da expansão celular e, em consequência, da foliar. Segundo Munns (2002) o acúmulo de sais desempenham efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais decorrentes do acúmulo de sais na zona radicular das plantas, diminuindo a assimilação líquida de CO₂, inibindo a expansão foliar e acelerando a senescência de folhas maduras.

Para a massa seca das folhas em relação a lâmina de irrigação com água de alta salinidade, pode-se verificar na Figura 25 que aos 70 DAS os dados ajustaram-se ao modelo de regressão linear sendo que, aos 90 DAS, as plantas que receberam 125% da irrigação obtiveram maior acúmulo de massa seca (123,40 g/planta), nas plantas que receberam lâminas de 65, 85 e 105% houve uma redução da massa seca da ordem de 25,93, 17,16 e 8,57%, respectivamente, em relação a maior lâmina. Aos 80 DAS os dados ajustaram-se ao modelo quadrático, sendo os menores valores observados na lâmina 86,94% (49,69 g/planta).

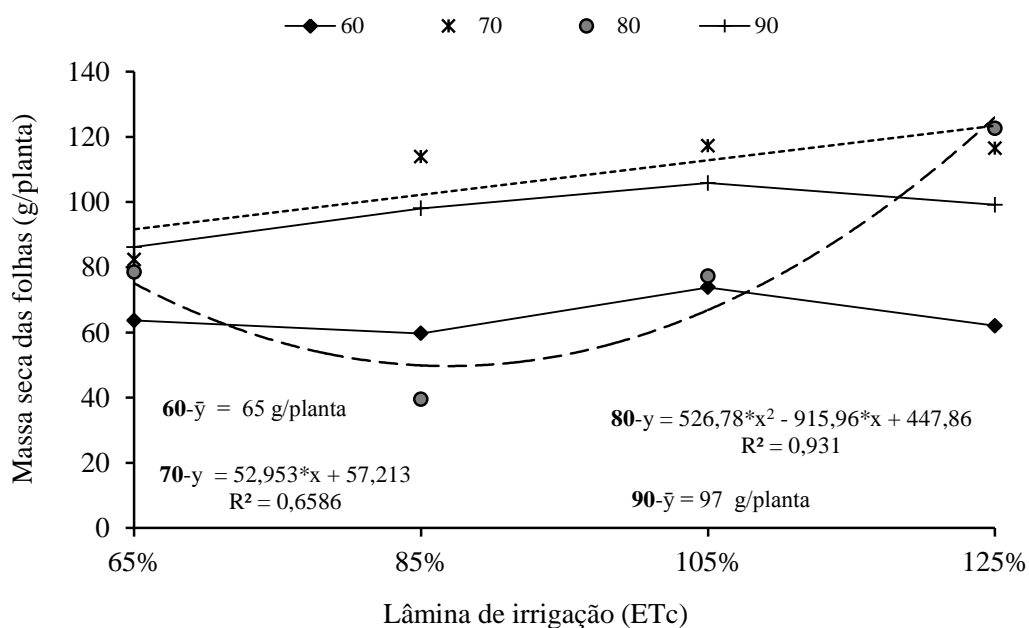


Figura 25- Massa seca das folhas do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014

Observa-se de acordo com os resultados que nas lâminas de 85% e 105% a massa seca das folhas foi maior aos 70 dias do que aos 80 e 90 dias possivelmente devido senescência das folhas aos 80 e 90 dias. Porém, verificou-se uma tendência a aumento da massa seca de folhas com o aumento da lâmina de irrigação com água salina. Estes resultados podem ser atribuídos ao maior acúmulo de sais nas parcelas que receberam as menores lâminas de irrigação, associado aos maiores valores de tensão (Figura 7), provocando efeito deletério na variável estudada. Neste sentido Santana et al. (2010), afirmam que o rendimento das culturas é comprometido pela salinidade do solo e da água, devido os sais ocasionarem a redução da disponibilidade da água para as plantas.

De acordo com Nobre et al. (2013), as plantas sob condições de salinidade do solo ou da água de irrigação podem ter o crescimento, o desenvolvimento e a produção comprometidos devido ao efeito osmótico, que reduz a absorção de água em função do efeito específico dos íons que causam distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, prejudicam o metabolismo das plantas.

Suassuna et al. (2010) estudaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação (L1: 34 mm muda⁻¹fase⁻¹; L2: 44 mm muda⁻¹fase⁻¹; L3: 54 mm muda⁻¹fase⁻¹; L4: 64 mm muda⁻¹fase⁻¹; e L5: 82 mm muda⁻¹fase⁻¹) sobre o maracujazeiro em fase de muda e observaram que a massa seca foliar foi maior com o aumento dos níveis de irrigação. Freire (2008) também constatou aumento da massa seca de folhas em função do aumento das lâminas de irrigação. Freire, (2008), estudando o comportamento da cultura do algodão em diferentes lâminas de irrigação (T1-55%, T2-70%, T3-85%, T4-100%, T5-115% e T6-130% da E_{Tc}), com água de baixa salinidade (0,9 dS m⁻¹) verificaram que houve um aumento na massa seca de folhas com o aumento da lâmina de irrigação e com a idade na planta e apresentou a seguinte variação entre os tratamentos T1 e T6: 28 dias = 41%; 42 dias = 53%; 56 dias = 110%; 70 dias = 147%; 84 dias = 61,34%; 98 dias = 185,81%, e ao longo do ciclo da cultura, o crescimento desta variável se deu até os 84 dias, vindo a declinar aos 98 dias com exceção do T6, que recebeu a maior lâmina, que continuou crescendo.

4.3.8. Massa seca das flores

Verifica-se na Figura 26 que os dados referentes a massa seca de flores nas plantas que receberam água de baixa salinidade (105%/0,6), e alta salinidade (65% e 125%), os dados ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático com os maiores valores aos 77 e 80 DAS (4,02 e 3,39 g/planta) nas plantas dos tratamentos 105%/0,6 e 125%/3,5, respectivamente. Nas plantas sob o maior nível de estresse hídrico, os menores valores foram verificados aos 70 DAS (0,52 g/planta). Nas plantas com água de alta salinidade nas lâminas 85 e 105% os dados ajustaram-se ao modelo linear crescente sendo que, aos 90 DAS nas plantas que receberam 85% foi verificado um acúmulo de 2,92 gramas de flores por planta, correspondendo a um aumento de 0,5 g a cada 10 dias. Já nas plantas que receberam 105% o acúmulo foi da ordem de 0,58 gramas a cada 10 dias com acúmulo máximo aos 90 dias (3,04 g/planta).

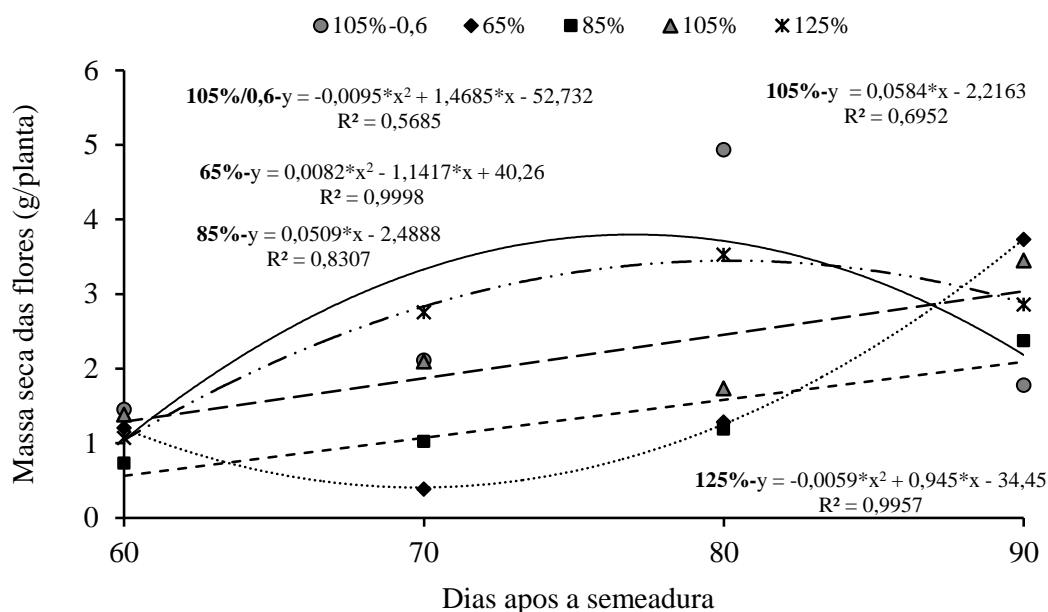


Figura 26– Massa seca das flores do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ET_c (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c . Mossoró-RN, 2014

A maior massa seca das flores obtida aos 80 DAS ocorreu na lâmina com menor nível de salinidade, o que se deve ao maior número de botões florais também ter ocorrido na mesma lâmina de irrigação. Entretanto, a tendência da maior massa seca de flores verificada no final do período de avaliação pode ser uma resposta da planta a estabilização das variáveis tensões (Figuras 7), condutividade elétrica do estrato de saturação (Figura 6) e relação de adsorção de sódio (Figura 8) no mesmo período.

A alta pressão osmótica ocasionada pela alta concentração de sais no solo, concentração elevada de íons potencialmente tóxicos, a exemplo do Na^+ e Cl^- , são alguns dos problemas enfrentados pelas plantas que crescem em solos salinos (MARSCHNER, 2012). De acordo com Melo (2009), o aumento da concentração de sais solúveis no solo, o potencial osmótico das plantas diminui, e conseqüentemente o potencial hídrico, reduzindo a disponibilidade de água para as plantas. Desta forma, os efeitos da salinidade e do estresse hídrico estão correlacionados, refletindo diretamente sobre o K_c , que

diminui a medida que a condutividade elétrica (CE) na zona radicular aumenta (ALLEN et al., 1989).

Aos 70 e 80 DAS os dados referentes à massa seca de flores em relação as lâminas de irrigação e os dias após a semeadura ajustaram-se ao modelo linear sendo os maiores valores para as duas épocas de avaliação observados nas plantas que receberam maiores lâminas de irrigação (125% da ETc), 2,79 e 3,03 g/planta, respectivamente (Figura 27).

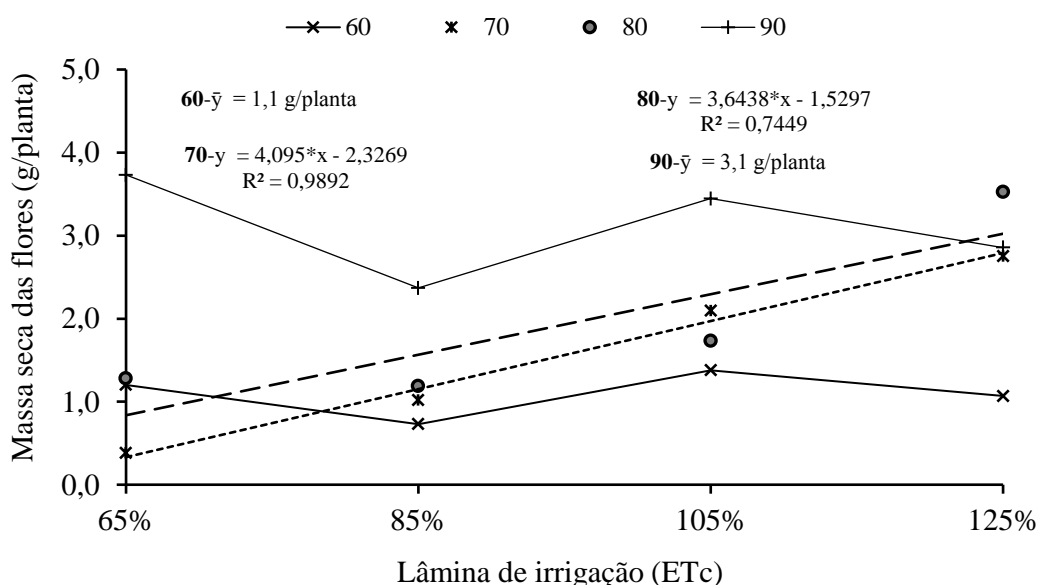


Figura 27- Massa seca das flores g/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014

Os maiores valores de massa seca de flores observada nas plantas que receberam água de alta salinidade nas maiores lâminas (105 e 125%) estão relacionados à eficiência destas na redução do efeito dos sais da água as plantas. Maas (1984) afirma que o quiabeiro é considerado sensível a salinidade. Os resultados do presente estudo podem ser explicados de acordo com Medeiros et al. (2010) que sugerem que, para contornar problemas relacionados a uso de água salina, deve-se permitir a utilização de lâminas excedentes de irrigação para percolar no perfil do solo e garantir um equilíbrio favorável dos sais na zona radicular da cultura.

Os resultados não estão de acordo com Bortolo et al. (2009) que avaliaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação (0, 50, 100 e 150% ECA) sobre a massa seca de flores de calêndula e verificaram que os maiores valores de matéria seca de flores foram obtidos no tratamento sem irrigação.

Segundo Larcher (2004) a deficiência hídrica pode acarretar ajustes na distribuição de assimilados e na floração, ocasionando na maioria das espécies a floração de emergência. Meneses et al. (2006) define a resposta da planta como um dos mecanismos de resistência conhecido como fuga da seca, definida como sendo a habilidade de uma planta de terminar o ciclo de vida antes que o solo atinja déficit hídrico crítico. Este mecanismo envolve o desenvolvimento fenológico rápido (como florescimento e maturação precoce).

Em condições de estresse hídrico, vários processos fisiológicos são alterados, tais como fotossíntese, abertura estomática, produção de ácido abscísico, abscisão foliar e ajuste osmótico (Taiz e Zeiger, 2013). De acordo com Bortolo et al. (2009) as plantas cultivadas sob níveis reduzidos de água no solo diminuem o crescimento e investem no ajuste osmótico.

4.3.9. Massa seca das raízes

A massa seca de raiz cresceu com a idade das plantas após a semeadura e das lâminas de irrigação (Figura 28). Os valores cresceram de forma linear nas plantas irrigadas com lâminas de 105% da ETc com água de baixa salinidade e 125% com água salina ajustaram-se ao modelo de regressão linear, sendo os maiores acúmulos obtidos aos 90 DAS (55,27 e 48,40 g/planta, respectivamente). Nas plantas tratadas com água de alta salinidade nas lâminas 65, 85 e 105% os dados ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático, e os menores valores observados aos 66, 67 e 65 DAS, respectivamente.

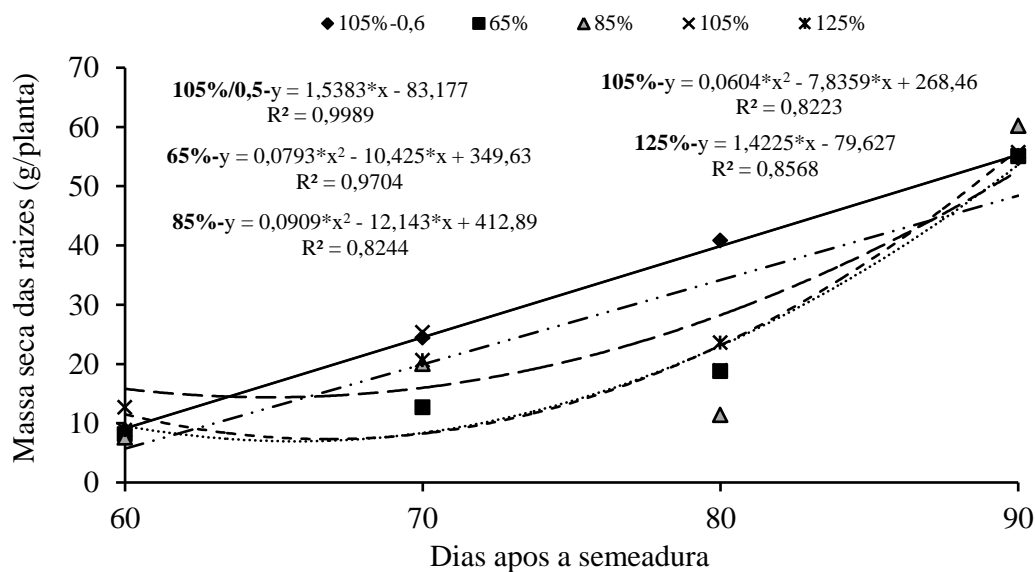


Figura 28 – Massa seca das raízes do quiabeiro em função dos dias após semeadura e das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) a 105% em relação a ET_c (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ET_c . Mossoró-RN, 2014

Verificou-se uma tendência de ajuste das plantas para a variável massa seca de raízes no final do período de avaliação. Este fenômeno pode ser explicado por Esteves e Suzuki (2008) ao afirmarem que as plantas desenvolvem diferentes mecanismos fisiológicos e bioquímicos para tolerar o estresse provocado por excesso de sais e manter uma boa absorção de alguns nutrientes.

Silva et al. (2001) verificaram que o aumento da salinidade da água ($0,5, 1,5, 3,0, 4,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$) reduziu a matéria seca das raízes de quiabeiro. Estudo realizado por Travassos et al. (2011) com plantas de girassol submetidas a estresse salino (CEa: N1 - $0,5$; N2 - $1,0$; N3 - $2,0$; N4 - $3,0$; N5 - $4,0$ e N6 - $5,0 \text{ dS m}^{-1}$) verificou-se que a fitomassa seca da raiz foi afetada pela salinidade com redução significativa da variável no maior nível de salinidade (fitomassa= $2,69 \text{ g}$) em relação ao menor nível de salinidade (fitomassa= $16,24 \text{ g}$).

Lima et al. (2007) estudaram cinco níveis de salinidade ($0,5; 2,13; 2,94; 3,5$ e $5,0 \text{ dS m}^{-1}$) na matéria seca das raízes do feijão caupi, e constataram redução da matéria seca das raízes com aumento da salinidade. Batista et al. (2012) avaliaram cinco níveis de

salinidade de água (0,16, 1,5, 2,0, 3,5 e 6,0 dS m⁻¹) e verificaram que o aumento da salinidade proporcionou decréscimos na matéria seca das raízes de alface. Oliveira et al. (2013) constatou efeito significativo de diferentes níveis de salinidade sobre a matéria seca das raízes de moringa, com redução da variável em função do aumento da salinidade da água de irrigação

Apesar do aumento da salinidade inibir o crescimento das plantas observa-se na Figura 29 que a massa seca da raiz aumentou com o aumento das lâminas de irrigação com água de alta salinidade ao longo da idade após semeadura. Podendo-se constatar que apenas aos 70 e 80 DAS houve efeito significativo da regressão e os dados ajustaram-se ao modelo quadrático sendo que, aos 70 DAS os maiores valores foram observados na lâmina correspondente a 104,67% (24,13 g/planta) e aos 80 DAS os menores acúmulos foram constatados na lâmina 87,77% (14,01 g/planta).

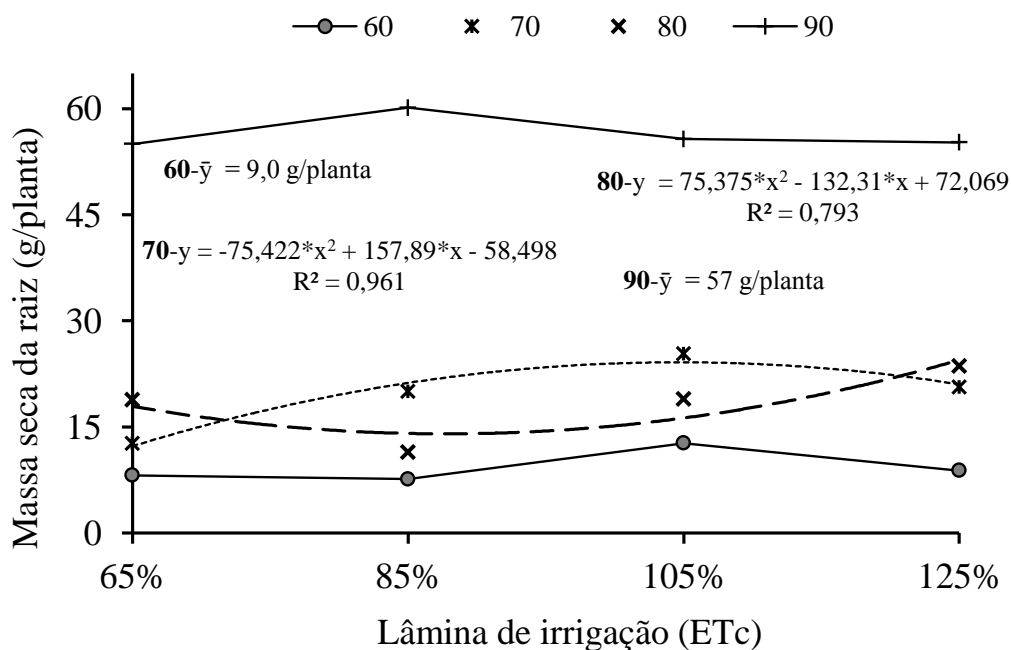


Figura 29- Massa seca da raiz g/planta do quiabeiro em função dos dias após a semeadura e das lâminas de irrigação com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014.

Em estudo realizado por Suassuna et al. (2010), onde avaliaram os efeitos de lâminas de irrigação (L1: 34 mm muda⁻¹fase⁻¹; L2: 44 mm muda⁻¹fase⁻¹; L3: 54 mm muda⁻¹fase⁻¹; L4: 64 mm muda⁻¹fase⁻¹; e L5: 82 mm muda⁻¹fase⁻¹) sobre a massa de matéria seca do sistema radicular, constataram aumento da variável com o aumento das lâminas. Durand et al. (1991) mencionam que os vegetais submetidos à deficiência de água, ocorre priorização no crescimento do sistema radicular em detrimento de outras partes da planta.

4.3.10. Número de frutos verdes

Na figura 30 verifica-se que o maior número de frutos verdes comerciais (31,17 frutos/planta) foi obtido nas plantas que receberam água de alta salinidade e 105% da irrigação, não diferindo das plantas que receberam a mesma água na maior lâmina de irrigação (125%). As plantas que foram irrigadas com água de baixa salinidade foram estatisticamente inferiores as que receberam água de alta salinidade na mesma lâmina (105%), não diferindo dos demais.

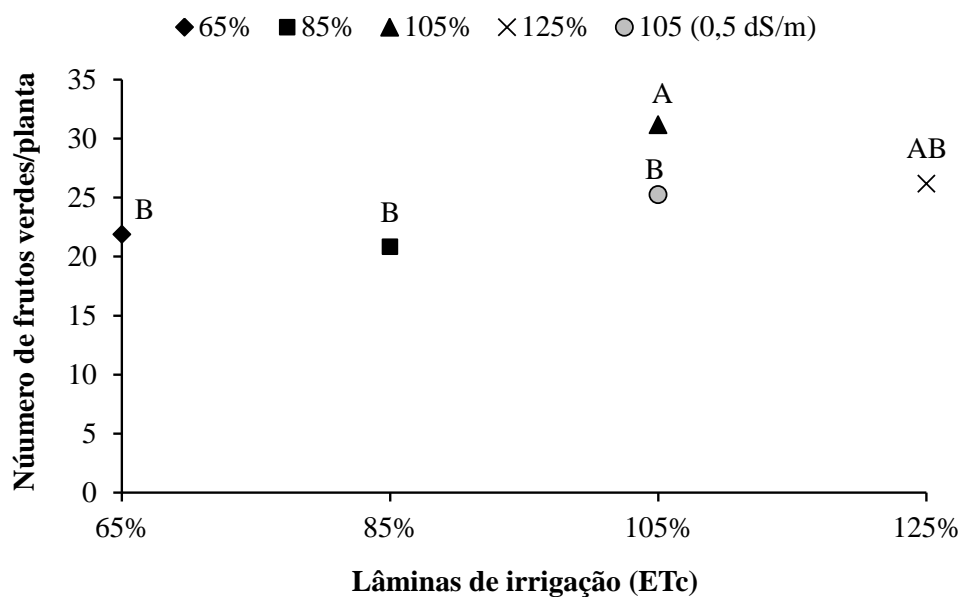


Figura 30- Número de frutos verde do quiabeiro Santa Cruz 47 em função das lâminas de irrigação corresponde a água de baixa salinidade (0,6 dS m⁻¹) a 105% em relação a ETc (L0) e demais lâminas, (L1, L2, L3 e L4) com água de alta salinidade (3,5 dS m⁻¹), correspondentes a 65, 85, 105 e 125% em relação a ETc. Mossoró-RN, 2014.

O menor número de frutos verdes observado nas plantas que receberam água de baixa salinidade em relação as que receberam água de alta salinidade nas lâminas 105 e 125 % pode estar relacionado às características intrínsecas da planta, assim como, as condições edáfica e climáticas que a cultura foi submetida, que podem ter induzido ao aumento do número de frutos. Segundo RIBEIRO et al. (2009), o efeito da salinidade nas propriedades físicas do solo tem caráter positivo dependendo da concentração e da composição dos sais, promovendo a floculação das partículas, o que resulta em uma boa estrutura em todo o perfil.

No presente trabalho observa-se de forma evidente que no número de frutos verdes o efeito deletério sofrido pelas plantas com a água de salinidade elevada devido principalmente ao estresse hídrico provocado pela irrigação em déficit (65 e 85%). Carvalho et al. (2004) avaliaram os efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico aplicados em dois estádios fenológicos da cultura da berinjela e constataram que a produção e o número de frutos foram mais afetados pelo déficit hídrico quando este ocorreu durante a fase de formação dos frutos.

4.3.11. Produção de frutos verdes

Pode-se verificar na Figura 31, que a maior produção de frutos verdes ($8,04 \text{ t ha}^{-1}$) foi obtida pelas plantas que receberam 105% da lâmina de irrigação com água de alta salinidade, porém, não diferiram estatisticamente das plantas que receberam a mesma lâmina de irrigação com a água de baixa salinidade ($6,38 \text{ t ha}^{-1}$). A menor produção ($4,80 \text{ t ha}^{-1}$) foi verificada nas plantas irrigadas com lâmina de 65% da irrigação com água de alta salinidade, não diferindo das que receberam 85 e 125 % da irrigação com a água de mesmo teor salino.

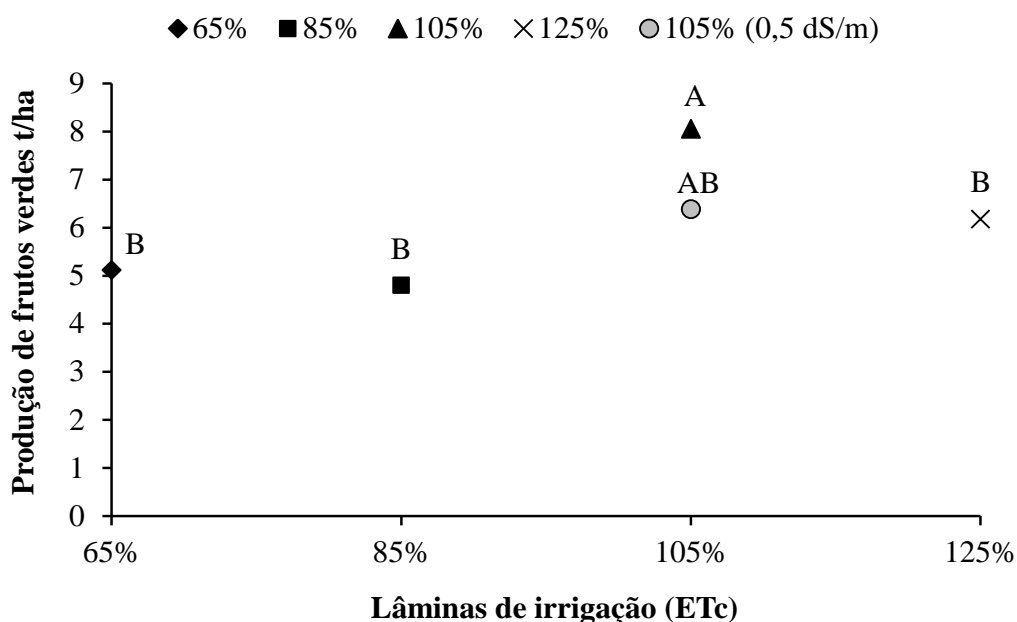


Figura 31- Produção de frutos verdes de quiabeiro em função das lâminas de irrigação e da salinidade. Mossoró-RN, 2013.

Os resultados do presente estudo podem estar relacionados a mecanismos desenvolvidos pelas plantas para suportar o estresse causado pelos sais. Segundo Oliveira et al. (2010), para sobreviverem ao estresse salino, as plantas utilizam vários mecanismos bioquímicos e fisiológicos. De acordo com Parida e Das, (2005) as estratégias que as plantas desenvolvem para tolerar os sais incluem o acúmulo seletivo ou a exclusão de íons, o controle na absorção dos íons e seu transporte para as folhas, a compartimentalização dos íons nas células ou na planta como um todo, síntese de solutos compatíveis, mudanças na rota fotossintética, alteração na estrutura das membranas, indução de enzimas antioxidantes e hormônios vegetais.

Os resultados do presente estudo discordam de Abid et al. (2002) com a cultura do quiabeiro que ao demonstrar que o uso de água acima de 2,0 dS m⁻¹ provocou redução no rendimento de frutos e afetou negativamente a fisiologia, como fotossíntese e transpiração de água pelas plantas. Santana et al. (2010), avaliando os efeitos da salinidade da água de irrigação (0,1; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m⁻¹) no desenvolvimento e produção do pepino Caipira, cultivado em ambiente protegido na Universidade Federal de

Lavras-MG, constataram que houve aumento gradativo da salinidade do solo e consequente redução linear das produções total e comercial em função da salinidade da água de irrigação. Resposta semelhante foi verificada por Ashraf et al. (2003) constatando redução do número de frutos (maçãs) por planta e peso médio de capulho com o aumento da concentração salina em seis linhagens de algodão.

4.3.11. Produção de grãos

Conforme a figura 32 a maior produção de grãos de quiabo de 4,39 t ha⁻¹, foi obtida pelas plantas tratadas com lâmina de 105% da ETc com água de baixa salinidade, mas sem diferir dos 3,33 t ha⁻¹ colhidos das plantas irrigadas com lâmina de 125% da ETc com água de alta salinidade, mesmo sem diferença significativa a perda percentual foi de 24, 1 % e, portanto, com perda bem superior entre as plantas irrigadas com lâmina de 105% da ETc de alta e baixa salinidade .

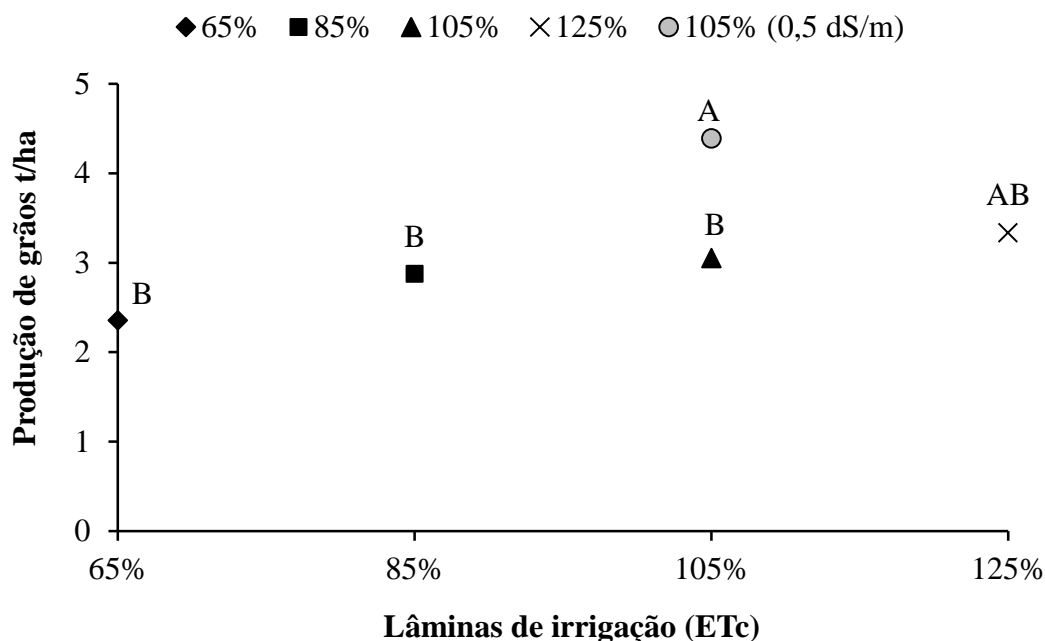


Figura 32- Produção de grãos de quiabo em função das lâminas de irrigação e da salinidade. Mossoró-RN, 2013.

A ausência de efeito significativo superior da água de baixa salinidade em relação à água de alta salinidade para a produção de grãos, quando se utilizou uma mesma lâmina de irrigação (105% da lâmina em relação à ETc) deve ser atribuído às características intrínsecas da cultivar, associado às condições edafoclimáticas da região e ao manejo adotado. Segundo Ikram-UI-Haq et al. (2010), a tolerância do quiabeiro à salinidade para NaCl depende da variação genética existente entre genótipos. De acordo com SHANNON (1984) como a tolerância à salinidade é um caráter poligênico, a sua expressão é afetada por vários fatores sejam estes genéticos, interações de desenvolvimento e fisiológicos dentro e entre plantas assim como interação com os ambientes.

Para Santos et al. (2012), a solução salina provoca redução da produtividade das plantas devido ao seu efeito osmótico. Em estudo realizado por Oliveira et al. (2012) com o intuito de avaliar diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; 4,5,0 e 6,5 dS m⁻¹) em combinação com sementes tratadas e não tratadas com regulador de crescimento na produção do algodoeiro, observaram efeito significativo da água de irrigação com redução das seguintes variáveis: número de capulhos/plantas; produção de algodão em caroço com efeito deletério a partir de 3,5 dS m⁻¹; produção de fibra (g/planta); produção de sementes (g/planta); e peso de 100 sementes.

Resposta diferente das encontradas no presente estudo foram obtidas por Medeiros et al. (1998) ao estudarem os efeitos da salinidade da água de irrigação (0,56 dS m⁻¹, 2,41 dS m⁻¹ e 3,93 dS m⁻¹) associada a diferentes lâminas de irrigação (N1= que correspondeu à água necessária para manter a tensão de água no solo a 5 kPa; e N2= N1 acrescida de 20%) no coentro que verificaram que para a água menos salina (S1) não houve diferença significativa na produção quando se irrigou com os níveis de irrigação N1 e N2; já para as duas águas mais salinas (S2 e S3), a produção foi significativamente maior para o nível de aplicação de água mais elevado (N2). Os mesmos autores justificam o resultado dizendo que pode ser explicada pela maior fração de lixiviação que a maior lâmina de irrigação proporciona como, também, conforme determinação, por esta haver permitido maiores conteúdos de água no solo ao longo do tempo, reduzindo os efeitos de níveis altos de salinidade do solo sobre a planta.

A menor produção de grãos foi registrada nas plantas irrigadas com água de alta salinidade nas lâminas de 65, 85 e 105% pode estar relacionada aos maiores valores de

tensão verificados nos mesmos, como foi verificado por Santana et al. (2004), que trabalhando com irrigação sob tensão de 10, 30, 50 e 60 kPa com a cultura do pimentão, obtiveram maior produção e altura de plantas quando a irrigação foi realizada com menor tensão.

5. CONCLUSÕES

Para as condições em que foi realizado o experimento pode-se concluir que:

O aumento da salinidade da água de irrigação aumentou a tensão da água no solo;

O estresse hídrico de 65% da ETc proporcionou os maiores valores da tensão da água no solo;

O aumento na lâmina de irrigação com água de alta salinidade estimula o diâmetro do caule, emissão de botões florais, área foliar, massa seca do caule e das folhas;

A elevada salinidade da água inibiu o diâmetro do caule, altura das plantas, número de folhas, número de botões florais, área foliar e massa seca do caule das plantas;

A lâmina de irrigação de 125% da ETc com água de alta salinidade estimulou o crescimento em altura das plantas;

A irrigação com água de elevada salinidade provocou redução da produção de grão e aumento do número e da produção de frutos verdes.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

ABID, M.; AHMAD, S. A.; BILAL, M. K.; WAJID, R. A. Response of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) to EC and SAR of Irrigation Water. **International Journal of Agriculture and Biology**. Paquistão. n4. v3. p 311-314. 2002.

ALLEN, R.G.; JENSEN, M.E.; WRIGHT, J.L. BURMAN, R.D. Operational estimates of reference evapotranspiration. **Agronomy Journal**, Maryland, v. 81, n 4, p. 650-662, 1989.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiration del cultivo: guías para ladeterminación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

ALVES, W. W. A.; DANTAS NETO, J.; ANDRADE, A. R. S.; MADEIROS, L. B.; AZEVEDO, C. A. V.; SANTOS, J. W.; BELTRÃO, N. E. M. Componentes da produção do algodão de fibra marrom irrigado com água residuária tratada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v.9, (Suplemento), p.207-211, 2005.

ARMAS, C.; PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I.; JACKSON, R. B. Hydraulic lift and tolerance to salinity of semiarid species: Consequences for species interactions. **Ecologia**, Bethesda, Maryland, Estados Unidos. v.162, p.11-21, 2010.

ASHRAF, M.; AHMAD, S. Influence of sodium chloride on ion accumulation, yield components and fibre characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L). **Field Crops Research**. Faisalabad, v - 66: p. 115-127. 2000.

ASHRAF, M.; ARFAN, M.; AHMAD, A. Salt tolerance study in okra: ion relations and gas exchange characteristics. **Journal of Plant Nutrition**. Harris. 26: 63-79, 2003.

ASSIS JÚNIOR J. O.; LACERDA, C. F.; SILVA, F. B.; SILVA, F. L. B.; BEZERRA, M. A.; GHEYIE, H. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.702-713, set./dez.2007.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande – PB UFPB. trad: Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V. 1999, 218 p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem 29 (Revisado).

AZEVEDO, B. M.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F.; AQUINO, B. F.; BEZERRA, F. M. L.; VIANA, T. V. A. Rendimento da pimenteira em função de lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.36, n.3, p. 268-273, 2005

BATISTA, L. R. L.; GONZAGA, G. B. M.; ALBUQUERQUE, J. J.; FARIAS, L. S. R.; ARAÚJO, T. V. L.; NASCIMENTO JUNIOR, N. A. Desenvolvimento da cultura da alface (*lactuca sativa* L.) Submetido à irrigação com diferentes níveis de salinidade. **Anais** . In. O Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI). Palmas -TO. 2010

BORTOLO, D.P.G.; MARQUES, P.A.A.; PACHECO, A.C. Teor e rendimento de flavonóides em calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivada com diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.4, p.435-441, 2009.

BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 03, p. 296-302, 2009.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. DA S.; SILVA, E. C. B.; SUASSUNA J. F. Taxas de crescimento e fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico na fase vegetativa. **IV WINOTEC-Workshop** Internacional de Inovações Tecnológicas, 28 a 31 de maio de 2012, Fortaleza-CE, Brasil

CARMO FILHO F.; OLIVEIRA OF. 1995. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, série B) p. 62, 1995.

CARVALHO, J. A.; SANTANA, M.; PEREIRA, G. M. PEREIRA, J. R. D.; QUEIROZ, T. M. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.320-327, 2004.

CARVALHO, J. F.; TSIMPHO, C. J.; SILVA, Ê. F. F.; MEDEIROS, P. R. F.; SANTOS, M. H. V.; SANTOS, A. N. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.16, n.4, p.368–374, 2012.

CAVALCANTE, I. H. L.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; BECKMANN, M. Z.; CAMPOS, M. C. C.; GONDIM, S. C. Crescimento e produção de duas cultivares de algodão irrigadas com águas salinizadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.108-111, 2005.

CAVALCANTE, L. F.; ARRUDA, N. T.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. Práticas agrícolas para o controle preventivo à salinidade dos solos em áreas irrigadas do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Areia, v. 3, n.Único, p. 1-23, 1998.

CAVALCANTE, L. F. ; OLIVEIRA, F. A. ; CAVALCANTE, Í. H. L.; BECKMANN, M. Z.; CAMPOS, V. B. . Germinação de sementes e crescimento inicial do milho em solos degradados por sódio tratados com corretivos químicos. **Anais do CPG em Manejo de Solo e Água**, Areia, v. 28, p. 60-68, 2006.

CAVALCANTE, L.F; CAVALCANTE I.H.L. **Uso da água salina na agricultura**. In: Cavalcante, L.F.; Lima, E.M. (Eds). Algumas frutíferas tropicais e a salinidade. Jaboticabal: Funep, 2006. p.1-11.

CERQUEIRA, L. L.; FADIGAS, F. S.; PEREIRA, F. A.; GLOAGUEN, T. V.; COSTA, J. A. Desenvolvimento de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* irrigados com águas residuárias tratadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 606-613, 2008.

CHARTZOULAKIS K.; KLAPAKI, G. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. **Scientia Horticulturae**, Lisboa, 86:247-260. 2000.

COSTA, M. C. B.; OLIVEIRA, G. D.; HAAG, H. P. **Nutrição mineral de hortaliças - Efeito da omissão dos macronutrientes e do boro, no desenvolvimento e na composição**

química de hortaliças. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. Nutrição mineral em hortaliças. Campinas: Fundação Cargil, cap.6, p. 257-276. 1981.

DANTAS, J. P.; MARINHO, F. J. L.; FERREIRA, M. M. M.; AMORIM, M. S. N.; ANDRADE, S. I. O.; SALES, A. L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.425-430, 2002.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; FREIRE, J. L. O.; SOUTO, A. G. L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1639-1652, jul./ago. 2013.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeitos da água no rendimento das culturas. Campina Grande. Universidade Federal Paraíba.** Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33. p.221, 2000.

DURAND, J. L.; VARLET-RANCHER, C.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; MOULIA, B. Carbon partitioning in forage crops. **Acta Biotheoretica**, Dordrecht, v. 39, p. 213-224, 1991.

DUZYAMAN E. 1997. **Okra: botany and horticulture**. In: JANICK J. Horticultural Reviews p. 41-72. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 687-693, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, RJ, Brasil, 212pp. 1997.

ESTEVEES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, 12 (4): 662-679, 2008

- FAO. **Crops and drops: making the best use of water for agriculture**. Rome. 22 pp, 2002.
- FAO. **Water in agriculture; opportunity untapped**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.
- FARIAS, C. H. A.; SOBRINHO, J. E.; MEDEIROS, J. F.; COSTA, M. C.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. C. C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.445-450, 2003
- FARIAS, S. G. G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral da gliricídia (*Gliricidia sepium* Jacq. Walp)**.2008. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) Universidade Federal de Campina Grande, 61f. 2008.
- FERREIRA, L. E.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, N. K. C.; LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. C. Salinidade e seu efeito sobre a produção de grãos do quiabeiro Santa Cruz 47. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 108-113, 2012.
- FERREIRA, P. A.; MOURA, R. F.; SANTOS, D. B.; FONTES, P. C. R.; MELO, R. F. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.570–578, 2006.
- FIGUEREDO, L. F.; SILVA, J. N.; FIGUEREDO, J. P.; PAIVA, J. R. G.; ANDRADE, R. Produção de fitomassa de melão sob diferentes lâminas com e sem biofertilizante. **IV WINOTE**, 2012, Fortaleza-CE.
- FOLEGATTI, M. V.; BLANCO, F. F. Desenvolvimento vegetativo do pepino enxertado irrigado com água salina. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.451-457, 2000.
- FREIRE, A. L. O.; RODRIGUES, T. J. D. A salinidade do solo e seus reflexos no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.). **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 163-173, 2009.

FREIRE, S. A. B. **Efeito da lâmina de irrigação no crescimento e na produção do algodão herbáceo irrigado por gotejamento, no semi-árido do Rio Grande do Norte / Mossoró**, 2008. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem - Área de concentração Manejo da Irrigação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 40f.: il.

FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R.; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.10, p.1031–1039, 2012.

GALATI, V. C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro ‘Santa Cruz 47’**. Dissertação. Universidade Estadual Faculdade de Ciências.Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal, 2010, 26 f.

HAQ, I. U.; KHAN, A. A.; KHAN, I. A.; AZMAT, M. A. Comprehensive screening and selection of okra (*Abelmoschus esculentus*) germplasm for salinity tolerance at the seedling stage and during plant ontogeny. **Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)**, Bethesda, v.13, n.7, p.533-544, 2012.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.60-66, 2011.

IKRAM-UL-HAQ.; ASIF ALI KHAN.; F.M. AZHAR; EHSAN ULLAH; Genetic basis of variation for salinity tolerance in okra (*Abelmoschus esculentus* L.). **Pakistan Journal of Botany**. Karachi, 42(3): 1567-1581, 2010.

INOMOTO, M.M.; SILVA, R.A.; PIMENTEL, J. P. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *P.coffeae* em quiabeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.29, n.5, p.551-554, 2004.

ISLA. **Informativo da Isla Sementes: Todo o sabor do quiabo**. Ed. 36. São Paulo: 01/2006.

KHAN, A. A.; RAO, S. A.; MCNEILLY, T. Assessment of salinity tolerance based upon seedling root growth response functions in maize (*Zea mays* L.). **Euphytica**, v.131, n.1, p.81-89, 2003.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RiMa, 2004. 531 p.

LEMOS NETO, H. S.; NOGUEIRA, S. O.; ALENCAR, T. S.; LIMA, M. V. S.; SANTOS, W. O. Análise do crescimento inicial do pimentão submetido a diferentes níveis de salinidade. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**- Goiânia, v.8, N.14; p. 42-50. 2012

LIMA, P. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; LIRA JUNIOR, M. A.; SANTOS, F. X.; PEDROSA, E. M. R.; Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.1, n.1, p.73-80, 2006.

LIMA, C.J.G.S.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T.; ALMEIDA JÚNIOR, A.B. resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 79–86, 2007.

MAAS, E. V.; Crop tolerance. **California Agriculture**, Riverside, v.38, p.20-21, 1984.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic, London, 674p.

MARTIN, F. W. Okra, potential multiple-purpose crop for the temperate zones and tropics. **Economic Botanic**, Fullerton, v.3, p. 340-345, 1983.

Medeiros, D. C.; Medeiros, J. F.; Barbosa, M. A. G.; Queiroga, R. C. F.; Oliveira, F. A.; Freitas, W. E. Crescimento do melão Pele de Sapo, em níveis de salinidade e estágio de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande- PB. v.16, n.6, p.647–654, 2012.

MENESES, C. H. S. G. LIMA, L. H. G. de M.; LIMA, M. M. de A.; VIDAL, M. S. Aspectos genéticos e moleculares de plantas submetidas ao déficit hídrico. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.10, n.1/2, p.1039-1072, 2006.

MEDEIROS, A. D. et al. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quiabo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, Goiania, **Anais...**, ABH. CD-ROM. 2006.

MEDEIROS, J. F.; MEDEIROS, D. S.; PORTO FILHO, F. Q.; NOGUEIRA, I. C. C. Efeitos da qualidade e quantidade da água de irrigação sobre o coentro cultivado em substrato inicialmente salino. **Revista Brasileira Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.22-26, 1998.

MEDEIROS, J. F.; NASCIMENTO, I. B.; GHEYI, H. R. **Manejo do solo-água-planta em áreas afetadas por sais**. p. 279 - 302, 2010. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F. (editores). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. cap. 16, p.279-302. 2010.

MELO, T. K.; MEDEIROS, J. F.; SOBRINHO, J. E.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PEREIRA, V. C.; CAMPOS, M. S. Evapotranspiração e produção do melão Gália irrigado com água de diferentes salinidades e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.12, p.1235–1242, 2011.

MELO, T.K. de. **Evapotranspiração, coeficiente de cultura e produção do melão gália irrigado com água de diferentes salinidades**. Mossoró, 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, 2009.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; SILVA, D. J. H.; CORRÊA, P. C.; FIRME, L. P.; NEVES, L. L. M. Caracterização físico-química de frutos de quatro cultivares de quiabo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.722-725, 2005.

MOTA, W.F.; FINGER, F.L.; CASALI, V.W.D. **Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro**. Viçosa:UFV, Departamento de Fitotecnia, 144 p. 2000.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; CECON, P. R.; SILVA, D. J. H.; CORRÊA, P.C.; FIRME, L. P.; MIZOBUTSI, G.P. Conservação e qualidade pós-colheita de quiabo sob diferentes temperaturas e formas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n.1, p.12-18, 2010.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant and Cell Environment**, Oxford, v.25, p.239-250, 2002.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.

OLIVEIRA F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, R. C. P.; SILVA, O. M. P.; MAIA, P. M. E.; CÂNDIDO, W. S. Crescimento de mudas de moringa em função da salinidade da água e da posição das sementes nos frutos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.79-87, 2013.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, - Goiânia, vol.6, N.11pag 1-16. 2010 .

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. R. A.; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 279-287, 2012.

OLIVEIRA, R. D. L.; SILVA, M. B.; AGUIAR, N. D. C.; BÉRGAMO, F. L. K.; COSTA, A. S. V; PREZOTTI, L. Nematofauna associada à cultura do quiabo na região leste de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 88-93. 2007.

OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; MEDEIROS, J. F.; MARACAJÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.771-777, 2011.

OLIVEIRA, M. **Gênese e classificação dos solos afetados por sais**. In: GHEYI, H. R.; LIMA, L. A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ J. E.; MEDEIROS, J. F. (ed.), **Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. 383p.

OYELADE, O. J.; ADE-OMOWAYE, B. I. O.; ADEOMI, V. F. Influence of variety on protein, fat contents and some physical characteristics of okra seeds. **Journal of Food Engineering**, Davis, v.57, n.2, p. 111-114, 2003.

PAES, H. M. F.; ESTEVES, B. S.; SOUSA, E. F. Determinação da demanda hídrica do quiabeiro em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 256-261, 2012.

PANIGRAHIA, P.; SAHU N.N. Evapotranspiration and yield of okra as affected by partial root-zone furrow irrigation. **International Journal of Plant Production**, Gorgan, v. 7, n. 1, 2013.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v.60, n.3, p.324-349. 2005.

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. (ed.). **Química e 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. J.; Guilherme, L. R. G. G.; Lima, J. M.; Lopes, A. S.; Alvarez V. V. H. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. v.3. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.165-208, 2003.

RICHARDS, L. A. (ed.) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington DC, U. S: Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA Agricultural Handbook 60).

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de H.R. Gheyi, J.R. de Sousa, J.E. Queiroz. Campina Grande, UFPB, 1992. 117p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48).

SAEG. SAEG: **sistema para análises estatísticas, versão 9.1**. Viçosa: UFV, 2007.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; MIGUEL, D. S. Respostas de plantas de pepino à salinidade da água de Irrigação. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 03, n. 03, p.94– 102, 2010.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A. Produção do pimentão irrigado com diferentes lâminas de água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, 2009.

SANTOS, J. B. dos. **Produção e qualidade de mudas de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina**. 1999. 57p. Monografia. (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1999.

SANTOS, D. B.; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G.; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. **Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino**. IDESIA, Arica, v. 30, n. 2, 2012.

SANTOS, F. X. **Evapotranspiração de cultura e influência de diferentes lâminas e freqüências de irrigação no crescimento e produtividade da cultura da cenoura**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) -- Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia. 81 f.

SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Science Horticulture**, Bangalore, v.78, p.5-38, 1999.

SHANNON, M.C. 1984. Breeding, selection and genetics of salt tolerance. In: **Salinity Tolerance in Plants-Strategies for Crop Improvement**. (Eds.): R.C. Staples, R.C. and G.A. Toenniessen. pp. 231-254. John Wiley; Sons, New York, USA.

SILVA, A. P.; SANTOS, C. J. O.; SANTOS, J. B.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação. **Irriga**, Botucatu-SP, v. 6, n.2, p. 81-90, 2006.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. S.; MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Caatinga**, Mossoró, v.21, n.5, p.30-35, 2008.

SILVA, J. S. **Evapotranspiração e produção de melancia sob diferentes níveis de nitrogênio e da salinidade da água de irrigação**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em

Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, 2010.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J.; DUDA, G. P.; SOUSA, C. E. S. Risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas. **Revista brasileira de ciências agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 8-14, 2007.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, Botucatu, v.12, p.235-248, 2007.

SOUSA, P. S.; MEDEIROS, J. F.; MATOS, J. A.; MELO, S. B.; FERREIRA, R. C. Efeito de lâminas de irrigação sobre o crescimento do Algodoeiro herbáceo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.3, p 06 -11, 2008.

SOUZA, M. R. **Comportamento do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; SOUSA, M. S. S.; COSTA, F. S.; FERNANDES, P. D.; PEREIRA, V. M.; BRITO, M. E. B. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 566-571, July/Aug. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Tradução: Santarém, E.R.; MARIATH, J.E.A.; ASTARITA, L.V.; DILLENBURG, L.R.; ROSA, L.M.G.; OLIVEIRA, P.L. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 618-619.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p

TESTER, M.; DAVANPORT, R. Na tolerance and Na transport in higher plants. **Annals of Botany**, Oxford, v. 91, n.3, p. 503-527, 2003

TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; SILVA, D. R. S.; NASCIMENTO, A. K. S.; DIAS, N. S. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.4, p.371–376, 2011

VAN GENUCHTEN, M.Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Gorgan, v. 44, n. 3, p. 892-898, 1980.

VYSOTSKAYA, L.; HEDLEY, P. E.; SHARIPOVA, G.; VESELOV, D.; KUDOYAROVA, G.; MORRIS, J.; JONES, H. G. Effect of salinity on water relations of wild barley plants differing in salt tolerance. **AoB PLANTS**, Oxford, v.10, n. 06, 2010.