

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E CONSUMO HÍDRICO DO
QUIABEIRO SUBMETIDO À SALINIDADE EM
CONDIÇÕES HIDROPÔNICAS**

FRANCISCO JOSÉ NUNES MODESTO

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
FEVEREIRO DE 2018**

CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E CONSUMO HÍDRICO DO QUIABEIRO SUBMETIDO À SALINIDADE EM CONDIÇÕES HIDROPÔNICAS

FRANCISCO JOSÉ NUNES MODESTO

Trabalho de Conclusão do Curso Mestrado em Engenharia Agrícola, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Tales Miler Soares
UFRB - CCAAB

**CRUZ DAS ALMAS – BA
FEVEREIRO DE 2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DO CURSO DE MESTRADO**

FRANCISCO JOSÉ NUNES MODESTO

Dissertação aprovada em 21/02/2018

Prof. Dr. Tales Miler Soares
UFRB – CCAAB
(Orientador)

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi
UFRB – CCAAB

Dr. Welson Lima Simões
EMBRAPA

**CRUZ DAS ALMAS – BA
FEVEREIRO DE 2018**

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de estudo no Mestrado, Pedido Nº 1277/2016, Termo de Outorga de Bolsa BOL0701/2016 e pela concessão de auxílio financeiro:

- Edital FAPESB/Semiárido 006/2007, Pedido 7520/2007 e Termo de Outorga 030/2007; projeto “Utilização de águas salobras no cultivo de hortaliças em sistema hidropônico como alternativa agrícola condizente ao Semiárido”.

- Edital FAPESB Infraestrutura 10/2013, Pedido 1913/2013, Convênio CNV 0075/2013, projeto “Estruturação do laboratório de qualidade de água do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFRB”.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro à infraestrutura hidropônica mediante:

- Edital Universal 14/2011; Processo 484645/2011-0, projeto “Aproveitamento de águas salobras em sistemas hidropônicos como alternativa para o Semiárido”.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio mediante seu programa PROAP.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSAL), pelo apoio financeiro.

Agradeço a Deus por sempre me dar força e determinação na busca dos meus objetivos.

À minha mãe e meu pai por sempre me incentivarem a fazer o curso de agronomia e terem me ajudado durante todo o caminho da jornada acadêmica.

Ao Professor Dr. Tales Miler Soares pela orientação, contribuições, incentivo e companheirismo para realização desse trabalho.

À Maria Ângela pela ajuda diária e por ser tão companheira.

A todos os amigos, principalmente Rogério Novaes por ser companheiro em todas as etapas no trabalho realizado.

Sumário

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iv
1.INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. Hidroponia	6
2.2. Salinidade	7
2.3. Cultivo hidropônico em condições de salinidade	10
2.4. A cultura do quiabeiro	12
3.MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 LOCAL EXPERIMENTAL	16
3.2 PLANO EXPERIMENTAL	16
3.3 PROCEDIMENTOS INICIAIS	16
3.4 EXPERIMENTO I	16
3.4.1 Caracterização do ambiente experimental	16
3.4.2 Implementação do experimento	18
3.4.3 Estrutura do experimento	19
3.4.4 Tratamento e delineamento experimental	19
3.4.5 Manejo da solução nutritiva, tutoramento e controle de pragas e doenças	20
3.4.6 Análise visual de sintomas	21
3.4.7 Viabilidade técnica	22
3.4.8 Variáveis biométricas	22
3.5 EXPERIMENTO II	23
3.5.1 Caracterização do ambiente experimental	23
3.5.2 Montagem da estrutura.....	24
3.5.3 Cultivar escolhida.....	24
3.5.4 Produção de mudas.....	24
3.5.5 Tratamento e delineamento experimental	25
3.5.6 Manejo da solução nutritiva, tutoramento e controle de pragas e doenças	25
3.5.7 Consumo hídrico e eficiência do uso da água	26
3.5.8 Variáveis biométricas	27
3.5.9 Produção de frutos	28
3.5.10 Qualidade dos frutos.....	29
3.5.11 Tolerância à salinidade.....	30

3.5.12 Precocidade.....	34
3.5.13 Viabilidade técnica e análise de sintomas por toxidez.....	34
3.5.14 Análise estatística.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1 EXPERIMENTO I.....	36
4.1.1 Viabilidade técnica de produção de quiabo no sistema NFT.....	36
4.1.2 Toxidez por NaCl.....	37
4.1.3 Variáveis biométricas.....	37
4.2. EXPERIMENTO II.....	39
4.2.1 Viabilidade técnica da produção de quiabo no sistema NFT e análise de sintomas por toxidez.....	39
4.2.2 Variáveis biométricas.....	40
Altura de planta e diâmetro de caule.....	40
Área foliar e número de folhas.....	42
4.2.3 Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA).....	44
4.2.4 Consumo hídrico.....	46
4.2.5 Produção por planta, produção relativa.....	49
Tolerância à salinidade.....	51
4.2.6 Eficiência do uso da água (EUA).....	54
4.2.7 Qualidade dos frutos.....	55
4.2.8 Índice de precocidade.....	58
5. CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS.....	62

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Registros da estação meteorológica automática da rede INMET no município de Cruz das Almas - BA para temperatura máxima, mínima e média -T (A), umidade relativa do ar média - UR em base diária (B) e evapotranspiração de referência média - ETo em base diária (C), durante o ciclo de cultivo do quiabeiro. 17
- Figura 2. Registros da estação meteorológica automática da rede INMET no município de Cruz das Almas - BA para temperatura máxima, mínima e média -T (A), umidade relativa do ar média - UR em base diária (B) e evapotranspiração de referência média - ETo em base diária (C), durante o ciclo de cultivo. 24
- Figura 3: Condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) ao longo do tempo no cultivo hidropônico do quiabeiro 'Speedy', com reposição da ETo utilizando água doce. 26
- Figura 4. Visão geral do adensamento de todas as cultivares do quiabeiro estudadas durante o Experimento I aos 20 dias após o transplântio (DAP). 36
- Figura 5. Arquitetura da folha do quiabeiro 'Speedy' (A); Arquitetura vegetal do quiabeiro 'Speedy' (B). 37
- Figura 6. Massa fresca da parte aérea (MFPA) dos quiabeiros 'Santa Cruz 47'- Topseed (A), 'Valença' – Feltrin (B), 'Santa Cruz 47' – Feltrin (C), 'Santa Cruz 47' - Horticeres (D) e 'Speedy' (E) alcançada aos diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 39 dias após o transplântio. 38
- Figura 7. Preenchimento do orifício de acomodação, para o tratamento controle, na calha hidropônica pelo caule do quiabeiro 'Speedy' aos 85 dias após o transplântio (DAT). 39
- Figura 8. Sintoma de toxicidades pelo sal NaCl, para a condutividade da solução nutritiva de 18,53 dS m⁻¹, do quiabeiro 'Speedy' do período de 39 dias após o transplântio (DAT) (A) e 85 dias após o transplântio (DAT) (B). 40
- Figura 9. Altura da planta (H) do quiabeiro 'Speedy' alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplântio (DAT). 41
- Figura 10. Diâmetro do caule (DC) do quiabeiro 'Speedy' alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplântio (DAT). 41
- Figura 11. Área foliar (AF) do quiabeiro 'Speedy' alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplântio (DAT). 43
- Figura 12. Número de folhas (NF) do quiabeiro 'Speedy' alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplântio (DAT). 44

- Figura 13. Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) do quiabeiro 'Speedy' alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplântio (DAT). 45
- Figura 14. Coeficientes de correlação entre a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e diâmetro de caule (DC), altura (H), área foliar (AF) e número de folhas (NF) ((A), (B), (C) e (D), respectivamente) do quiabeiro 'Speedy' aos 85 dias após o transplântio (DAT). 46
- Figura 15. Consumo hídrico do quiabeiro 'Speedy' em 8 períodos de 15 dias e em função da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol). 47
- Figura 16. Consumo hídrico do quiabeiro 'Speedy' acumulado no período de 1 a 85 dias após o transplântio em função da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol). 47
- Figura 17. Consumo hídrico por planta do quiabeiro 'Speedy' nos oito decêndios do experimento em função da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol). 49
- Figura 18. Produção por planta do quiabeiro 'Speedy' em relação a condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 85 dias após o transplântio (DAT). 49
- Figura 19. Produção relativa (Yr) do quiabeiro 'Speedy' em diferentes níveis de condutividade elétrica na solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT), ajustados ao modelo matemático de Maas e Hoffman (1977). 51
- Figura 20. Produção relativa (Yr) do quiabeiro 'Speedy' em diferentes níveis de condutividade elétrica na solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT), ajustado ao modelo matemático de platô com redução exponencial. 53
- Figura 21. Produção relativa (Yr) do quiabeiro 'Speedy' em diferentes níveis de condutividade elétrica na solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT), ajustado ao modelo matemático de Steppuhn (2005). 53
- Figura 22. Eficiência do uso da água (EUA) do quiabeiro 'Speedy' (EUA) no período de 1 a 85 dias após o transplântio em função da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol). .. 54
- Figura 23. Massa fresca de um fruto (MFF) do quiabeiro Speedy' em relação à condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT). 56
- Figura 24. Comprimento do fruto (CF) (A) e diâmetro do fruto (DF) (B) do quiabeiro 'Speedy' em relação à condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT). 57
- Figura 25. Espessura da parede do fruto (EPF) 'do quiabeiro Speedy' em relação à condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT). 57

Figura 26. Índice de precocidade (IP) do quiabeiro 'Speedy' em diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT).	59
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidades de fertilizantes (c) para o preparo de 1 m³ de solução nutritiva usada no cultivo hidropônico do quiabo, com as respectivas concentrações esperadas de nutrientes (Furlani, 1998)..... 20

Tabela 2. Comprimento do fruto (CF) e diâmetro do fruto (DF) do quiabeiro 'Speedy', submetido a diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAP) 58

Crescimento, produção e consumo hídrico do quiabeiro submetido à salinidade em condições hidropônicas

Resumo: Pesquisas têm sido conduzidas a respeito do uso de águas salobras em hidroponia. Tais pesquisas são estratégicas para o aproveitamento racional dessas águas, principalmente no Semiárido. É nesse contexto que surge o interesse em se pesquisar culturas que estão na demanda regional e que já possuem adaptação às condições de elevada temperatura, como é o caso do quiabeiro. O quiabeiro é uma cultura pouco explorada quanto à viabilidade técnica do cultivo hidropônico e ainda carece de mais estudos quanto ao seu grau de tolerância à salinidade. O objetivo do trabalho foi analisar o consumo hídrico, o crescimento, a produção e a qualidade do quiabeiro, submetido a diferentes níveis de salinidade em sistema hidropônico. O trabalho foi composto por dois experimentos. No primeiro testou-se diferentes genótipos e sua adaptação ao sistema hidropônico durante 60 dias após a semeadura (DAS), sendo avaliada a massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA). Desse experimento escolheu-se a cultivar 'Speedy' que foi submetida, no segundo experimento, a sete níveis de condutividade elétrica da solução (CEsol 2,08; 4,47; 7,9; 9,46; 12,84; 14,82; e 18,61 dS m⁻¹). Para a avaliação do consumo hídrico foram feitas leituras milimétricas diárias da altura de água no reservatório de água doce que abastecia o reservatório de solução nutritiva de cada parcela, durante 85 dias. Também foi estudada a eficiência do uso da água. Avaliou-se o crescimento do quiabeiro em relação à massa matéria seca da parte aérea (MSPA), ao diâmetro de caule (DC), altura de planta (H), número de folhas (NF) e área foliar (AF) aos 101 dias após a semeadura (DAS). A viabilidade técnica do cultivo do quiabeiro em hidroponia também foi avaliada. A colheita dos frutos maduros se deu manualmente, com a coloração verde típica dos frutos maduros, no intervalo de 2 em 2 dias, num período de colheita de 49 dias, avaliando-se a qualidade do fruto e a produção. Para avaliação da tolerância da cultura do quiabeiro 'Speedy' à salinidade, foram utilizados modelos matemáticos propostos por Maas e Hoffman (1977), Steppuhn et al. (2005) e um modelo de platô com redução exponencial. A área foliar e o número de folhas foram as variáveis do crescimento mais afetadas com o incremento da condutividade elétrica da solução (CEsol). O fruto foi a parte do quiabeiro que menos sofreu o efeito da salinidade. Com análise dos dados de consumo hídrico verificou-se uma redução unitária linear de 5,70% por acréscimo unitário na CEsol (em dS m⁻¹). A eficiência do uso da água teve seu máximo de 7,81 Kg m⁻³ para a CEsol de 7,08 dS m⁻¹. O modelo que melhor explicou a produção foi o platô com redução exponencial com salinidade limiar de 5,43 dS m⁻¹.

Palavras-chave: condutividade elétrica; *Abelmoschus esculentus* L. (Moench), qualidade da água, cultivo sem solo, águas salobras.

Growth, production and water consumption of the okra subjected to salinity under hydroponic conditions

Abstract: Researches has been carried out about the use of brackish water in hydroponics. Such researches are strategic for the rational use of these waters, especially in the Brazilian Semi-arid. In this context, interest arises to study regional crops with great demand and adapted to the conditions of high temperature, as the case of the okra. Okra is a culture few explored about this feasibility on hydroponic cultivation and still needs further studies to determinate this tolerance to salinity. The objective of this work was to analyze water consumption, growth, production and quality of the okra, submitted to different levels of salinity in a hydroponic system. The work was composed of two experiments. In the first one, different genotypes were tested and their adaptation to the soilless cultivation during 60 days after seeding (DAS), it was evaluated fresh shoot mass (FSM). From experimente I the cultivar 'Speedy' was chosen, which in the second experiment was submitted to seven levels of electrical conductivity of the solution (ECsol 2,08, 4,47, 7,9, 9,46, 12,84, 14, 82, and 18.61 dS m⁻¹). The water consumption was evaluated by daily millimetric readings of water height in the freshwater reservoir that supplied the nutrient solution, during 85 days. The efficiency of water use, dry matter (DM), plant height (H), number of leaves (NL) and leaf area (LA) were determined at 101 days after seeding (DAS). The technical viability of the okra cultivation in hydroponics is also studied. Harvesting of the mature fruits was done manually, with a typical green coloration of the mature fruits, at intervals of 2 days, during 49 days, evaluating fruit quality and yield. To evaluate the tolerance of 'Speedy' okra culture to salinity, was used mathematical models proposed by Maas and Hoffman (1977), Steppuhn et al. (2005) and the plateau model with exponential reduction. The leaf area and number of leaves were the most affected growth variables with the increase of the electrical conductivity of solution (ECsol), water consumption analysis shows a unitary linear reduction of 5.70% per unit increase (dS m⁻¹). The water efficiency use had a maximum of 7.81 kg m⁻³ for ECsol of 7.08 dS m⁻¹. The model that best explained the production was the plateau with exponential reduction with salinity threshold of 5.43 dS m⁻¹. The fruit was the part of okra less affected by salinity.

Keywords: Eletrical conductivity; *Abelmoschus esculentus* L. (Moench); water quality; soilless cultivation.

1.INTRODUÇÃO

Os problemas de salinização são recorrentes em todo o Brasil, principalmente na Região Nordeste, consequência das características edafoclimáticas da região, do manejo incorreto da água e/ou do uso de águas salobras na irrigação convencional, por não haver outra fonte de água. A irrigação com esse tipo de água é uma atividade de alto risco, devido ao processo de salinização dos solos, que pode ser lento ou de impacto imediato.

Outros problemas agravam a situação como: erros operacionais, técnicas negligenciadas ou mal utilizadas na irrigação, no preparo do solo e na adubação, os quais provocam riscos ambientais e econômicos para a produção agrícola na região.

A busca por alternativas torna-se indispensável para modificar essa realidade e passa pelo estudo de culturas que tenham o potencial de se adaptar ao cultivo com águas salobras e o desenvolvimento de novas tecnologias e estratégias de manejo para a utilização dessas águas na agricultura. Destaca-se nesse cenário a hidroponia, como uma possível técnica racional para o aproveitamento de águas salobras.

A hidroponia tem como vantagem a disponibilidade contínua de água, fazendo com que os efeitos negativos dos sais sejam, em parte, amenizados sobre o desenvolvimento e a produção da cultura. Isso com base na hipótese que o estresse vegetal é menor quando se usa água salobra na hidroponia em relação ao cultivo tradicional em solo, devido à ausência das forças de capilaridade e adsorção da água às partículas do solo. Explicado pelo fato que em um sistema em equilíbrio ($\psi_{\text{Total}} = 0$), com a referência gravitacional nula ($\psi_g = 0$), sem lâmina d'água acima do solo ($\psi_p = 0$), os componentes capazes de reduzir a energia livre da água são o potencial matricial (ψ_m) e o potencial osmótico (ψ_{os}). Como o potencial matricial é oriundo da ligação das moléculas de água às partículas de solo, na hidroponia não existe essa energia de retenção, pois se trata de um cultivo em solução nutritiva, o que permite a possível elevação do potencial total em cultivos dessa natureza.

Os impactos no ambiente também são minorados por se tratar de um sistema fechado em que o manejo e descarte dos efluentes podem ser realizados de forma mais controlada.

Pesquisas com águas salobras em hidroponia são conduzidas a bastante tempo em todo o mundo, sendo historicamente voltadas às alterações morfofisiológicas e bioquímicas, às interações nutricionais e à seleção de genótipos

quanto à tolerância à salinidade. Por outro lado, estudos, com salinidade, que trabalhem com estruturas hidropônicas, mais próximas das empregadas comercialmente, são uma linha de pesquisa menos explorada.

Dentre as diferentes técnicas de cultivo hidropônico, o sistema NFT (Nutrient Film Technique, técnica do fluxo laminar de nutrientes) é o mais empregado e difundido comercialmente no Brasil. Esse sistema permite a recirculação da solução, com alta frequência de irrigação, mantendo as raízes sempre bem supridas de água e nutrientes. Esse sistema é condizente com o uso racional de insumos e também pode ser favorável ao uso racional de águas salobras.

Diante da crise hídrica, estudos com águas salobras em hidroponia tornam-se necessários, buscando-se a determinação do manejo adequado e escolha de culturas alternativas, para o aproveitamento dessas águas e possível geração de renda local. Isso pode representar uma mudança positiva na região Nordeste.

Nesse contexto, surge o interesse em se pesquisar culturas que estão na demanda regional, que já possuem adaptação às condições de elevada temperatura e possibilidade de adaptação ao cultivo em sistema hidropônico.

O quiabeiro é adaptável a altas temperaturas aliado ao potencial de ser produzido em sistemas hidropônicos. Sendo o quiabo um fruto muito utilizado na culinária em pratos típicos regionais, como o caruru e a quiabada, com valor agregado de comercialização, grande produtividade e aceitação. Além disso, sua precocidade de produção pode ser uma vantagem quanto ao uso de águas salobras, pois pode representar menor incorporação de sais no sistema de produção.

Apesar de menos estudada que outras culturas, algumas pesquisas (Unlukara et al., 2008; Saxena et al., 2013) apontam que o quiabeiro pode ter melhor tolerância à salinidade que outras espécies, podendo, portanto, ser uma cultura atrativa à interação da salinidade com a técnica hidropônica.

O objetivo geral desse trabalho foi:

- Analisar o consumo hídrico, o crescimento, a produção e a qualidade do quiabeiro, submetido a diferentes níveis de salinidade da água em sistema hidropônico.

Os objetivos específicos foram:

- Caracterizar os sintomas visuais da toxidez por NaCl em plantas de quiabeiro, submetidas à salinidade em cultivo hidropônico;
- Averiguar a adequação do quiabeiro à hidroponia NFT em calhas de PVC, com diâmetro nominal de 0,075 m;
- Quantificar o consumo hídrico e a eficiência do uso de águas na produção do quiabeiro no sistema hidropônico NFT;
- Avaliar as variáveis biométricas e a produção do quiabeiro em cultivo hidropônico e quando submetido ao uso de água salobras;
- Determinar o efeito da salinidade da água sobre a qualidade do quiabo hidropônico;
- Determinar o nível salino crítico à cultura do quiabeiro em cultivo hidropônico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Hidroponia

Furlani (1998) informava que hidroponia é um termo que tem origem da junção de duas palavras de origem grega *hidro*, que significa água, e *ponos*, que significa trabalho. A ciência empregou, inicialmente, a técnica da hidroponia como forma de estudar aspectos da nutrição de plantas e funcionamento das raízes, porém, a associação com ambientes protegidos, produção de adubos solúveis, tipos de substratos e plásticos mais adequados, em escala comercial, permitiram à hidroponia ser viável para a produção de alimentos para o consumo humano (Raviv e Leith, 2008).

No Brasil o uso da hidroponia tem se expandido rapidamente, apresentando-se como uma técnica alternativa ao cultivo convencional, com vantagens para quem produz, para quem consome e para o ambiente (Soares et al., 2009; Martinez e Silva Filho, 2012).

As vantagens da hidroponia são: a produção de mudas com maior vigor, menores danos às raízes; maior uniformidade de aplicação de água ou solução nutritiva; não molhar as folhas reduzindo a possibilidade da ocorrência de doenças e pragas (sobretudo em ambiente protegido); menores riscos de salinização dos locais de produção e de poluição dos lençóis freáticos com nitratos e outros íons fertilizantes; maior produtividade; ciclos de produção mais curtos; melhor aproveitamento dos locais de produção; melhor ergonomia de trabalho. Esta técnica permite o uso racional de água e de nutrientes, a programação da produção, a precocidade da primeira colheita, um maior período de produção, maior produtividade por planta e por unidade de área (Pereira e Martines, 1999; Rodrigues, 2002; Soares et al., 2009; Martinez e Silva Filho, 2012).

Como algumas desvantagens, citam-se: alto custo de instalação; necessidade de mão de obra especializada; alta dependência de energia elétrica e rápida disseminação de patógenos no caso de um sistema fechado (Pereira e Martines, 1999; Rodrigues, 2002; Martinez e Silva Filho, 2012).

Dentre as técnicas hidropônicas disponíveis, a NFT é a mais utilizada comercialmente, tanto no Brasil como no mundo. Baseia-se na circulação de uma fina lâmina de solução nutritiva dentro de calhas com 2 a 4% de declividade. É um sistema fechado com um tanque de coleta, de solução nutritiva, no final das calhas, para onde

a solução escoar por gravidade, sendo bombeada novamente para as calhas a uma taxa recomendada, como 2 L min^{-1} , para a maioria das culturas. A oxigenação é uma etapa importante, pois o elemento oxigênio é de fundamental importância para o metabolismo vegetal, principalmente das raízes (Furlani et al., 1999b; Rodrigues, 2002; Martinez e Silva Filho, 2012).

As soluções nutritivas aquosas devem conter os nutrientes indispensáveis ao desenvolvimento do vegetal, em proporções adequadas e devidamente balanceadas, evitando problemas por falta ou toxidez desses elementos químicos (Martinez e Silva Filho, 2012). Conforme Rodrigues (2012), a absorção de nutrientes pelos vegetais não está somente relacionada à concentração dos íons na solução nutritiva próxima à região de absorção das raízes, sofrendo, também, a interferência de fatores ambientais como a salinidade.

Nesse contexto, segundo Rodrigues (2002), a qualidade da água é um fator fundamental a ser considerado para implementação do cultivo hidropônico, sendo a análise química de fundamental importância para a implementação de um cultivo.

2.2. Salinidade

Segundo relatório da FAO (2015) o mundo possui uma área de 953 milhões de hectares que vem sofrendo com os problemas da salinidade, o que corresponde a cerca de 6% da área total do planeta. A salinidade é o resultado da acumulação de sais na solução do solo ou em solução aquosa, o que diminui o potencial osmótico, o que impede ou dificulta a absorção de água por parte da planta, criando alterações na absorção de alguns nutrientes (Almeida, 2010).

Conforme Taiz e Zeiger (2009), a salinidade cria dificuldade na absorção de água pela planta, o que pode gerar estresse hídrico. Assim, os sintomas apresentados são semelhantes ao da planta em condição de seca, como: murchamento, cor verde azulada e pontuações nas folhas, sendo as plantas mais afetadas no seu período inicial de desenvolvimento (Ayers e Westcot, 1989).

A salinidade impõe três restrições sobre as plantas: um efeito osmótico decorrente do menor potencial da água no solo, um efeito iônico resultante da toxicidade direta de íons e no desequilíbrio iônico das plantas, levando a várias alterações fisiológicas, e o efeito oxidativo, que decorre da diminuição da taxa fotossintética, o que leva ao acúmulo de espécies reativas de oxigênio ativo (Munns e Tester, 2008). Com isso a salinidade contínua é considerada o maior fator que impacta

na redução da produção de culturas e de lucros em todo o mundo, em áreas irrigadas, principalmente em muitas regiões áridas e semiáridas, apesar das técnicas avançadas de gestão desenvolvidas nas últimas décadas (Edelstein et al., 2010; Marroquín et al., 2011).

Mass e Hoffman (1977) relatam que uma forma de utilização da água com maior teor de salinidade na agricultura é o uso de espécies ou variedades que tenham a capacidade de tolerar o estresse salino, uma vez que a tolerância pode se mostrar diferente entre os diversos genótipos. Pode-se conceituar a tolerância a salinidade como a capacidade de os vegetais completarem seu ciclo de vida, ou seja, germinarem, se desenvolverem e reproduzirem em um meio/substrato que contém elevada concentração de sais solúveis (Flowers et al., 1977; Greenway e Munns, 1980). A tolerância à salinidade depende de algumas variáveis, dentre elas: a concentração dos sais na solução, tempo de exposição, estágio de desenvolvimento das plantas, tipos dos íons presentes na solução, temperatura da solução, entre outros (Jennings, 1976; Greenway e Munns, 1980; Ayers e Westcot, 1989; Iyengar e Reddy, 1996).

Os íons considerados mais nocivos em uma solução salina são o sódio e o cloreto. Estes causam sintomas visuais de toxicidade. A alta concentração de sódio no tecido vegetal causa necroses ao longo das bordas das folhas, sendo que se a planta for exposta continuamente a altas concentrações desse íon, o problema se intensifica, e as necroses passam da borda para o centro da folha. A alta concentração do íon cloreto causa queimadura do ápice das plantas, amarelecimento precoce das folhas e abscisão foliar (Malavolta, et al., 1989; Dias e Blanco, 2010).

Jennings (1976) mostra que os íons sódio e cloreto são responsáveis por diversos efeitos no metabolismo da planta, como a redução da área foliar e consequente comprimento das folhas, pois o cloreto de sódio inibe a divisão celular e o alongamento das células principalmente no plano horizontal. Isso ocorre devido a um desequilíbrio hormonal; pela incapacidade da célula de manter sua turgescência e consequente expansão da parede celular; também pela capacidade desses íons em provocar uma desarrumação da estrutura da membrana da célula, afetando diretamente no crescimento vegetal.

Shannon e Grieve (1999) falam que as folhas mais antigas sofrem com o maior efeito da acumulação dos íons Na^+ e Cl^- , sendo que isso pode resultar na abscisão

dessas folhas e eliminação desses íons tóxicos, conseqüentemente reduzindo o número total de folhas no vegetal.

Outro efeito é a redução da transpiração vegetal como verificado por Kaplan e Gale (1972) e Zhu (2001), com o exemplo da *Atliplex halimus* (halófita) que foi cultivada em solução salinizada com cloreto de sódio (NaCl), onde se identificou o acréscimo da resistência estomática de $3,40 \text{ S cm}^{-1}$ para $13,90 \text{ S cm}^{-1}$ o que reduziu significativamente a passagem do vapor de água pelo mesófilo do estômato, tendo como consequência, também, a redução do influxo de gás carbônico (CO_2) o que restringe a capacidade de a planta realizar fotossíntese, este efeito pode ser verificado, também, em outras espécies vegetais.

Os mecanismos bioquímicos utilizados pela planta, para minorar esses efeitos da salinidade, começam desde o controle da entrada de íons pelas raízes e conseqüente transporte pelos canais condutores até as folhas; a compartimentalização dos íons tóxicos ocorre a nível celular (vacúolos) e estrutural (folhas); alterações nas vias fotossintéticas, síntese de osmólitos, indução de enzimas antioxidantes e hormônios, como também modificações na estrutura da membrana (Esteves et. al., 2008).

O mecanismo de armazenamento no vacúolo é o menos dispendioso metabolicamente para o vegetal, evitando os efeitos nocivos do excesso do íon Na^+ na célula, sendo que em quantidades reduzidas o Na^+ armazenado no vacúolo pode ser utilizado para o equilíbrio osmótico da célula, porém esta é limitada pela capacidade vacuolar (Zhu, 2001).

Outros mecanismos podem ser utilizados, porém com maior dispêndio de energia pela célula vegetal. O mecanismo de transporte do sódio pela enzima Na^+ ATPase permite a exclusão do sódio do citoplasma da célula, quando esse mecanismo não mais atende a necessidade de exclusão desse íon, o vegetal pode utilizar o mecanismo Na-H. Nesse mecanismo a H^+ ATPase cria um gradiente de H^+ , o que com o auxílio das proteínas Na^+/H^+ permite um fluxo do íon Na^+ para fora da célula. Nesse mesmo mecanismo o íon Cl^- também pode ser excluído por canais presentes na membrana (Blumwald, 2000; Zhu, 2001).

O ajustamento osmótico pode ser sintetizado na capacidade da planta em acumular solutos inorgânicos (NO_3 e Cl^-) e orgânicos (açúcares e aminoácidos) de baixo peso molecular no citoplasma e ou íons no vacúolo, permitindo a manutenção da absorção de água e da turgescência celular (Hopkins, 1999). A síntese de solutos

orgânicos é compatível com o metabolismo celular no citoplasma, mecanismo específico para cada planta (Rontein et al., 2002).

2.3. Cultivo hidropônico em condições de salinidade

A mudança na estratégia do uso de recursos hídricos, principalmente na região Nordeste deve ser dirigida para o uso racional e no aproveitamento das fontes disponíveis desses recursos, criando a oportunidade de aproveitamento da disponibilidade de águas de concentrações salinas mais elevadas, inviáveis para utilização direta na irrigação convencional da maioria dos cultivos (Soares et al., 2007; Santos et al., 2010).

Torna-se importante disseminar tecnologias alternativas para o uso mais sustentável dessas águas salobras na produção vegetal, gerando renda e diminuindo impactos ambientais, criando possibilidade de uso de águas antes consideradas impeditivas para o uso no cultivo convencional (Silva et al., 2015). Paulus et al. (2012) ressaltam que a hidroponia surge como alternativa promissora para o uso de soluções nutritivas, preparadas com água de baixa qualidade e maior condutividade elétrica.

Ao mesmo tempo, sistemas hidropônicos do tipo fechado, como o NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes), já funcionam como sistema de irrigação e também de drenagem, permitindo o destino apropriado dos sais, ao final da produção. Para uso de águas salobras em hidroponia, visa-se produzir culturas com maior economia de água; eficiência no uso de insumos, menor risco de impacto ambiental e maior rendimento comercial (Alves et al., 2011; Maciel et al., 2011).

Segundo Soares et al. (2007), a hipótese básica é que na hidroponia a resposta das plantas em condições salinas é melhor que no cultivo convencional no solo, visto que na hidroponia não existe o potencial mátrico, que é uma das causas da diminuição da energia livre da água no solo. Como explicação para a virtual vantagem da hidroponia, em relação ao cultivo convencional, em condições de utilização de águas salobras, é importante o entendimento dos componentes do potencial total da água.

Considerando a perspectiva de uso de águas salobras em hidroponia, seu uso em conjunto com a água doce, poderia ser útil para incrementar a produtividade das culturas ou, ainda, a área cultivada (Soares et al., 2010).

O método mais comum da medição de salinidade é a condutividade elétrica (CE), que representa a facilidade que a solução de água e sais tem de conduzir

corrente elétrica, que é função da quantidade de íons presentes na solução (Duarte et al., 2015).

Rodrigues (2002) discute que algumas publicações internacionais indicam que a água na hidroponia pode ser usada com concentração até 2500 mg L⁻¹, do íon sódio, indo de encontro ao preconizado por alguns autores como Benoit (1992) e Resh (1992) que limitam o mesmo íon 50 mg L⁻¹. Os valores propostos por Rodrigues (2002) e Benoit (1992), Resh (1992) permitem uma estimativa de uma CE de 4,27 dS m⁻¹ e 0,09 dS m⁻¹, respectivamente. Comparando com o cultivo convencional, Abebe et al. (2003) consideram que o solo pode ser considerado salino quando a condutividade elétrica do extrato saturado é igual ou maior que 4 dS m⁻¹, o equivalente a cerca de 40 mM de NaCl.

É possível também encontrar faixas de valores limites para a condutividade elétrica total da solução nutritiva: 2,0 a 3,0 dS m⁻¹ Gota e Costa (1999); 1,20 a 1,50 dS m⁻¹ Furlani et al. (1999a); 0,75 a 1,50 dS m⁻¹ Barbieri et al. (2010), valores bastante diferentes que variam de acordo com espécie, a cultivar, condição ambiental e do local de produção.

Estabelecer limites para diferentes culturas é importante para o uso de “água marginais”, com maior concentração salina nos cultivos. Soares et al. (2007), estudando o comportamento e a produção de alface com a utilização de águas salobras em sistema hidropônico, observaram a redução na produção de 14,27% de alface com solução de 3,93 dS m⁻¹ em relação à testemunha (0,43 dS m⁻¹), demonstrando a viabilidade da utilização de águas salobras em hidroponia, podendo a resposta aos sais ser superior àquela obtida em cultivos convencionais baseados em solo. Quando comparou o cultivo da alface em hidroponia com outros trabalhos de produção com o efeito da salinidade, verificou-se que a redução de 4,08% da produção relativa com o acréscimo de uma unidade de CE (em dS m⁻¹), valor inferior ao encontrado por Viana et al. (2004) que foi de 9%, Gervásio et al. (2000) de 10% e Ayers e Westcot (1989) de 19,7% que utilizaram o cultivo convencional.

Alves et al. (2011), também para a cultura da alface, obtiveram respostas positivas quanto ao uso de água salobra com adição de NaCl, 1,45; 2,51; 3,6; 5,41; 7,5 dS m⁻¹, na solução nutritiva em hidroponia. Nesse trabalho os autores obtiveram a produção de alface, independentemente do nível de salinidade, sem sintomas que pudessem depreciar a qualidade da planta produzida.

No estudo do uso de água salina em cultivo hidropônico é possível também classificar a cultura quanto a sua tolerância à salinidade, como feito por Bione et al. (2014), que estudando manjeriço pôde classifica-lo de acordo com a condutividade elétrica da solução utilizada, sendo a classificação como: tolerante ao manejo da água de 1,45 dS m⁻¹. Para as águas de 3,80 e 6,08 dS m⁻¹ a cultura foi classificada como moderadamente sensível; para a água de 8,48 dS m⁻¹, com redução superior a 60%, a cultura foi sensível à salinidade.

Contudo fica uma lacuna nesses estudos, pois os estudos conduzidos com água salobra em hidroponia tem foco principal em hortaliças folhosas como rúcula, agrião e sobretudo alface, devido a essas culturas predominarem no cultivo hidropônico. Sendo a prospecção de novas culturas, para o cultivo hidropônico, estratégica para a diversificação do mesmo, em vista um número cada vez maior de consumidores interessados (Bione et al., 2014).

2.4. A cultura do quiabeiro

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. (Moench)) é componente da Família Malvaceae. O gênero *Abelmoschus* possui em torno de 10 espécies classificadas. Duas são cultivadas por seu fruto, *Abelmoschus esculentus* L. e *Abelmoschus caillei*; *Abelmoschus manihot* cultivada por suas folhas; *Abelmoschus moschatus* por suas sementes. A origem do quiabeiro não possui unanimidade, sendo que alguns pesquisadores acreditam ser originário da Índia, outros acreditam na origem africana. O quiabeiro é produzido nas regiões tropicais, subtropicais e regiões temperadas do mundo, fornecendo frutos comestíveis saborosos e ricos em nutrientes (Martinez, 2012; Sousa et al., 2015).

A produtividade média esperada do quiabeiro por hectare está entre 20 a 40 toneladas, dependendo das condições ambientais como: clima, tipo de solo, presença de doenças e pragas entre outros. Para o Estado de São Paulo, em 2008, a produtividade alcançada foi de 14,4 toneladas por hectare (Donadelli, et al., 2010). Dados da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), de 2002 a 2012, mostram uma evolução de 13.664 toneladas para 14.508 toneladas na oferta do quiabo, um crescimento de 6% em 10 anos (Hortibrasil, 2017). Na Bahia, segundo a Empresa Baiana de Alimentos (EBAL) (2017) a quantidade comercializada foi de 8.603.565 kg ou 8.603 toneladas, a um preço médio de R\$ 2,70 o quilo,

totalizando um volume total de receita de R\$ 23.095.478,00 no ano de 2016, sendo a maior consumidora a cidade de Salvador.

Do quiabo comercializado em Salvador e Feira de Santana, estima-se que entre 70 e 80% dos quiabos sejam provenientes da cidade de Canindé no Estado de Sergipe, segundo a Companhia de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (COHIDRO) (Borges, 2017).

Os frutos do quiabeiro podem ser utilizados de diversas formas, refogados, cozidos, fritos ou assados, além de possuírem qualidades medicinais e terapêuticas reconhecidas nos tratamentos de doenças do aparelho digestivo. No Brasil pode ser classificado de acordo com seu formato em cilíndrico ou quinado, como subgrupo verde ou roxo, e possui comprimento (classe 6) que varia de 0,06 a 0,15 m, com média de 0,117 m (CEAGESP, 2001). Pedrosa et al. (1983) chamam a atenção que a comercialização é diretamente relacionada com o comprimento, diâmetro e cor do fruto, sendo que existem cultivares que produzem diversos tipos de frutos aceitos de acordo com os gostos regionais.

Filgueira (2008) fala que o quiabeiro é uma cultura que pode ser produzida durante todo o ano, porém tem-se a preferência de produção no período da primavera-verão, sendo uma cultura que se adapta às condições da agricultura familiar.

É uma planta herbácea anual, com ciclo de 90 a 100 dias, pode ser produzida em condições de aridez, porém, com temperaturas entre 24 e 28° C. Temperaturas mais elevadas podem levar a um crescimento vegetativo mais rápido, porém, a partir de 40° C as flores iniciam sua abscisão, o que acarreta redução da produção. Pode ser cultivada em solos de arenosos a argilosos, mas de preferência com boa fertilidade e drenagem, para melhor desenvolvimento radicular (Jeyapraba et al., 2016; Índia, 2017). Para a variedade 'Santa Cruz 47' seu desenvolvimento é caracterizado por um período no estágio vegetativo, de 0 a 64 dias após a semeadura (DAS), e reprodutivo, de 65 a 120 DAS (Galati et al., 2013).

Tem um crescimento indeterminado com floração contínua a depender das condições ambientais do meio. As plantas normalmente possuem suas primeiras flores no primeiro ou segundo mês após a germinação, essas flores são hermafroditas e possuem autofecundação, sendo insetos desnecessários para a polinização. O maior incremento dos frutos ocorre no quarto ao sexto dia após a polinização, momento ideal para a colheita. Após esse período o fruto começa a ficar mais fibroso e menos palatável (Índia, 2017)

O oídio (*Erysiphe difusa*) é a principal doença da cultura do quiabo, provoca redução na produtividade, principalmente na época das estações mais secas, tem controle difícil e que deve ser realizado com fungicidas. O principal sintoma é a grande desfolha das plantas atacadas (Kimati et al., 2005).

A cultivar mais comercializada e cultivada é a 'Santa Cruz 47' que tem como características ser vigorosa, possuir internódios curtos, podendo medir até três metros de altura. Os frutos, normalmente, possuem a cor verde-clara, são cilíndricos, tendo a ponta curvada e possuem menor teor de fibras. É marcada por ser uma cultivar precoce, muito produtiva e resistente à murcha verticilar e à podridão úmida dos frutos, características que tornam essa cultivar padrão de mercado, adaptando-se às mais diversas condições (Filgueira, 2008).

Porém existe no mercado outras opções como a cultivar 'Speedy' que segundo a empresa que a comercializa, Horticeres (2017), é um híbrido precoce, vigoroso com internódios curtos, folhas verde-escuras digitadas, sem presença de espinhos. Os frutos são verdes brilhantes e sem presença de espinhos, com tamanho médio de 0,10 a 0,12 m, com diâmetro médio de 0,015 a 0,020 m. É uma cultivar adaptada à clima quente, não tolerando temperaturas abaixo de 18° C, com precocidade de 15 dias em relação a cultivar 'Santa Cruz 47'.

Não há consenso entre os autores sobre a tolerância ou susceptibilidade do quiabo em relação à salinidade da solução do solo. Por exemplo, para os autores Mass e Hoffman (1977), o quiabo pode ser considerado semi-tolerante, já para Bresler et al. (1982) o quiabo é considerado como sensível à salinidade. Essas divergências podem ser explicadas pelo cultivo de diferentes cultivares em diferentes condições climáticas, sendo importante estudos para o entendimento da melhor condução da cultura (Unlukara et al., 2008).

Para os efeitos da salinidade no quiabeiro Jeyapraba et al. (2016) evidenciaram que, na sua fase inicial, o quiabeiro é mais sensível a esses efeitos, pela dificuldade de absorção da água, pela diminuição da densidade de raízes, por prejuízo no processo de turgescência das células radiculares e o reduzido crescimento do comprimento da raiz. Porém, as plantas mantiveram habilidade fisiológica para a manutenção do seu crescimento nas condições analisadas porque a salinidade não afetou a estrutura da membrana celular, nem suas funcionalidades. Essa habilidade de aclimação às altas concentrações salinas foi verificada em todas as partes da planta. Dkhil e Denden (2012) também mostram que na fase inicial da plântula,

ocorrem prejuízos nas raízes pela salinidade, porém, os cotilédones, visualmente, não tiveram sua funcionalidade afetada o que permitiu o desenvolvimento do quiabeiro.

Quanto à cor das folhas o aumento da salinidade provocou uma mudança do verde escuro para um verde amarelado nas folhas mais velhas (Fediora et al., 2014). Para a qualidade do fruto, Masih et al. (1978) demonstraram que na fase de desenvolvimento, quanto maior o nível de salinidade menor é o fruto produzido, chegando a um decréscimo de massa seca desses frutos de 41% no nível de salinidade que os autores classificam como alto ($8,1 \text{ dS m}^{-1}$).

Em relação à produção, Saxena et al. (2013) comprovam que a produção de quiabo com a irrigação localizada utilizando água com $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ($30,56 \text{ Mg ha}^{-1}$) não se diferenciou estatisticamente da produção com água doce $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ ($30,59 \text{ Mg ha}^{-1}$), sendo que a maior salinidade, $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, proporcionou 77% da produção máxima alcançada. Unlukara et al. (2008) utilizando água de irrigação até $7,0 \text{ dS m}^{-1}$, também mostraram que a produção de frutos é mais tolerante ao acréscimo dos níveis salinidade, comparando com variáveis fisiológicas como massa seca da parte aérea e raiz, com redução unitária de 4,2%, 7,0 e 7,9%, respectivamente

3.MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, na cidade de Cruz das Almas-BA. Conforme Almeida (1999), o clima local é tropical quente úmido, com médias anuais de 1.224 mm de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa em torno de 24,5°C e 80%, respectivamente. O estudo foi conduzido em casa de vegetação para maior controle ambiental e fitossanitário da cultura do quiabo.

3.2 PLANO EXPERIMENTAL

O presente estudo se dividiu em dois experimentos: **Experimento I**, que consistiu em avaliar diferentes cultivares, ou a mesma cultivar proveniente de diferentes produtores de sementes, do quiabeiro submetidos a diferentes níveis de salinidade em cultivo hidropônico e **Experimento II** que, através dos resultados do Experimento I, selecionou-se a cultivar mais promissora e avaliando-a, também, sob diferentes níveis de salinidade. Os dois experimentos visaram analisar a tolerância da cultura cultivada com águas salobras na preparação da solução nutritiva e água doce na reposição da evapotranspiração. Essa combinação de águas doce e salobra teve como objetivo manter o mais constante possível a salinidade do meio, condição necessária para estabelecer o nível de tolerância da cultura.

3.3 PROCEDIMENTOS INICIAIS

Para o início de cada experimento foi realizada a limpeza da casa de vegetação, com o controle de ervas daninhas ou invasoras de forma manual; limpeza dos reservatórios de solução nutritiva e reservatórios de reposição da água doce. Para a limpeza das calhas foi utilizado um compressor para que a pressão da água removesse a sujeira de forma mais eficiente. Após o procedimento de limpeza das estruturas, foi aplicado hipoclorito de sódio na estrutura, para que todas as estruturas do sistema ficassem isentas de inócuo de patógenos. Os procedimentos iniciais foram adotados igualmente para os dois experimentos.

3.4 EXPERIMENTO I

3.4.1 Caracterização do ambiente experimental

O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação do tipo arco simples (instalada no sentido Leste/Oeste) com 4 m de pé direito, 7 m de largura e 33 m de comprimento, localizada no Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, Cruz das Almas, Bahia (12° 40' 19" de latitude Sul, 39° 06' 23" de longitude Oeste e altitude média de 220 m).

A casa de vegetação possuía muros de alvenaria (altura 0,3 m) em toda a extensão do perímetro, filme plástico transparente (espessura 150 micra) na cobertura e tela de sombreamento do tipo clarite (50%) nas laterais, à altura do pé-direito.

O experimento foi iniciado em 07/03/2017, aos 21 dias após a semeadura (DAS), quando a cultura foi transplantada para o sistema, dando início aos tratamentos e foi concluído em 15/04/2017, aos 60 DAS, com 39 dias após o transplante (DAT). O período de duração do experimento foi de 14 dias de verão e 25 dias do outono de 2017.

De posse dos dados disponibilizados pela Embrapa Mandioca e Fruticultura (Figura 1) provenientes da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada a 2,6 km em linha reta do local do experimento, foi possível mensurar no período do experimento os valores mínimo, máximo e médio de temperatura, respectivamente: 20,6; 34,6 e 25,4° C, umidade do ar 67,46; 89,00 e 78,17% e ETo 2,35, 5,53 e 3,74 mm. Vale ressaltar que esses valores não são equivalentes aos valores dentro da casa de vegetação.

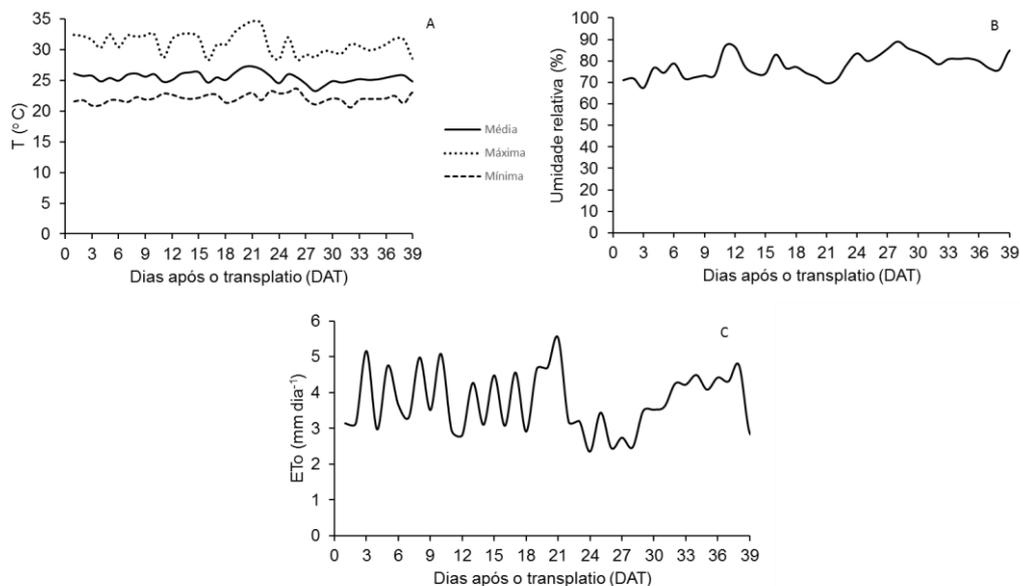


Figura 1. Registros da estação meteorológica automática da rede INMET no município de Cruz das Almas - BA para temperatura máxima, mínima e média -T (A), umidade

relativa do ar média - UR em base diária (B) e evapotranspiração de referência média - ETo em base diária (C), durante o ciclo de cultivo do quiabeiro.

3.4.2 Implementação do experimento

A cultura utilizada foi o quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. (Moench)). Selecionou-se cultivares de quiabo de acordo com a disponibilidade das sementes no comércio da cidade de Cruz das Almas – BA, pressupondo-se que esta oferta fosse compatível com os interesses e preferências dos agricultores e clientela locais. A cultivar poderia ser procedente de diferentes empresas como a ‘Santa Cruz 47’ das empresas Topseed, Horticeres, Feltrin e Isla. As demais cultivares escolhidas foram: ‘Valença’ da empresa Feltrin, o híbrido ‘Speedy’ da empresa Horticeres, além do quiabo ‘Amarelinho’ da empresa Isla, totalizando assim 3 cultivares de precedências diferentes, inicialmente, selecionados.

As sementes de quiabo foram semeadas, no dia 14/02/2017, em espuma fenólica, colocando-se uma semente em cada orifício. Para a germinação, inicialmente, as mudas foram irrigadas com água do abastecimento local, classificada como doce na classificação do CONAMA (2005) com condutividade elétrica (CE) de 0,15 dS m⁻¹. Após germinação, as mudas foram transferidas para o berçário no formato NFT (Nutrient Film Technique ou Técnica do Fluxo Laminar), no qual foram irrigadas com solução nutritiva diluída a 50% até dois dias antes ao transplântio, no qual utilizou-se solução completa. Durante o processo de germinação as cultivares da empresa Isla: ‘Amarelinho’ e ‘Santa Cruz 47’ não se mostraram viáveis e foram descartadas do experimento.

O transplântio das mudas para o local definitivo foi realizado com 21 dias após a semeadura (DAS), momento em que se iniciou os tratamentos. Nessa data as mudas do quiabeiro já possuíam o tamanho mínimo necessário para não serem encobertas na calha evitando o estiolamento das mesmas.

A condição das mudas para cada cultivar no transplântio foi: ‘Santa Cruz 47’ Topseed com duas folhas definitivas, com a altura variando de 0,095 a 0,10 m; ‘Valença’ Feltrin com duas folhas definitivas e altura variando de 0,08 a 0,09 m; ‘Santa Cruz 47’ Feltrin com duas folhas definitivas e altura variando de 0,06 a 0,07 m; ‘Santa Cruz 47’ Horticeres com duas folhas definitivas e altura variando de 0,05 a 0,06 m e o ‘Speedy’ com duas folhas definitivas e altura variando de 0,07 a 0,09 m.

3.4.3 Estrutura do experimento

O cultivo do quiabeiro foi conduzido no sistema hidropônico do tipo NFT (Nutrient Film Technique ou Técnica do Fluxo Laminar). As 28 unidades experimentais para cultivo hidropônico NFT foram montadas conforme descrição de Soares et al. (2009). Cada parcela representou um sistema hidropônico NFT independente, constituindo-se de: um reservatório plástico com capacidade para 60 L de solução nutritiva (12 L por planta); uma eletrobomba de circulação, com componentes internos em plástico para evitar o efeito corrosivo da solução nutritiva; e um perfil hidropônico feito de tubo PVC (pigmento azul), diâmetro comercial de 0,075 m e comprimento de 6 m.

As parcelas foram construídas, duas a duas sobre traves de PVC, a uma altura de 1,0 m do solo. Também foram montados sistemas de abastecimento automático individualizados para cada parcela e construídos com tubulação de PVC de seção contínua e diâmetro de 0,2 m. Este tipo de sistema permitiu a saída automática de água para o reservatório de solução nutritiva mediante uma torneira-boia, possibilitando a manutenção do volume contido no mesmo. O depósito de abastecimento foi dotado de uma régua graduada, fixada junto a uma mangueira transparente, o que permitiu o cálculo do volume consumido por planta num dado período.

A rede elétrica foi dimensionada para operar todas as parcelas simultaneamente. Durante os experimentos foi efetivada a seguinte programação diária de funcionamento do sistema: irrigações a cada 15 minutos das 06 às 18 h; irrigações de 3 em 3h das 18 h e 15 min até as 6h do dia seguinte.

3.4.4 Tratamento e delineamento experimental

As diferentes cultivares e as de diferentes procedências selecionadas foram submetidos a quatro diferentes níveis de salinidade com as seguintes condutividade elétrica da água (CEa): 0,15; 2,5; 5,0; 7,5 dS m⁻¹, produzidos pela adição de NaCl à água doce local. O nível 0,15 dS m⁻¹ refere-se à água doce de abastecimento local (tratamento controle). Após adição dos nutrientes, com base na formulação proposta por Furlani (1998), essas águas produziram soluções nutritivas hidropônicas com condutividade elétrica da solução (CEsol) de 2,1; 4,2; 6,2; 8,6, respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x4, com sete repetições. Cada repetição correspondeu a uma planta no perfil hidropônico, com

o espaçamento utilizado de 1,0 m entre plantas na calha e 0,8 m entre calhas. Foram colocadas as cinco diferentes cultivares em cada calha. Considerando um corredor de 1,2 m entre bancadas, a área útil por planta foi de 0,96 m²

Utilizou-se para fase experimental a solução nutritiva baseada na recomendação de Furlani (1998) para hortaliças folhosas, por falta de indicação de uma solução específica à cultura (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidades de fertilizantes (c) para o preparo de 1 m³ de solução nutritiva usada no cultivo hidropônico do quiabo, com as respectivas concentrações esperadas de nutrientes (Furlani, 1998)

Fertilizante	q (g m ⁻³)	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
		(g m ⁻³)												
Nitrato de Cálcio	750	7,5	108,7 5			142,5								
Nitrato de Potássio	500		65		182,5									
Fosfato Monoamônico	150	16,5		39										
Sulfato de Magnésio	400						40	52						
Sulfato de Cobre	0,15									0,019				
Sulfato de Zinco	0,3													0,07
Sulfato de Manganês	1,5											0,4		
Ácido Bórico	1,5								0,255					
Molibdato de sódio	0,15												0,06	
Ferro EDDHA (6%)	33,33										1,8			
Total		24,0	173,75	39	182,5	142,5	40	52	0,255	0,0195	1,794	0,39	0,0585	0,066

3.4.5 Manejo da solução nutritiva, tutoramento e controle de pragas e doenças

O monitoramento da condutividade elétrica da solução (CEsol) foi feito com a coleta da solução nutritiva na entrada da calha do perfil do sistema hidropônico NFT, com auxílio de copo plástico, com posterior medição da condutividade através do uso do condutímetro portátil. As leituras foram realizadas a cada 2 dias.

Caso a CE da solução (CEsol) dos tratamentos se reduzisse em 0,5 dS m⁻¹, foi realizada a correção mediante aplicação de nutrientes para todos os tratamentos.

Para a correção da CE preparou-se soluções nutritivas concentradas, pesando-se a quantidade necessária de sais para se elevar $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ da solução de Furlani (1999a) de forma proporcional ao volume necessário para todas as unidades do sistema, no qual 100 mL de solução de reposição aumentaria $0,1 \text{ dS m}^{-1}$ da solução nutritiva. O volume adicionado por calha foi computado no consumo hídrico da cultura.

Com a mesma frequência de dias, avaliou-se o pH. Caso fosse necessário realizar a sua correção, foi utilizado hidróxido de sódio (1,5 M) para correção do pH abaixo de 5,5 e ácido sulfúrico a 20% para correção do pH acima de 6,5, para que a solução nutritiva se mantivesse dentro da faixa ideal de pH de 5,5 a 6,5.

A substituição total da solução nutritiva ocorreu 31 dias após o transplante do experimento, no dia 07/04/2017.

O tutoramento foi uma etapa difícil da condução da cultura, pois a planta obteve um desenvolvimento rápido, sendo necessária a correção do tutoramento rotineiramente. Para o tutoramento escolheu-se cordão utilizado em crochê, pois é um material mais macio e que causa menos danos à planta. Este cordão foi amarrado em arames dispostos sobre as calhas hidropônicas de forma a conduzir verticalmente a cultura. O amarrado foi realizado na parte superior da planta, buscando as melhores condições de suportar a planta.

Com o início do período chuvoso aumentou consideravelmente a incidência de pragas e doenças nas plantas. Para o controle de pulgões utilizou-se extrato de nim (*Azadirachta indica*), na concentração determinada pelo fabricante, 200 mL para 20 L de calda de pulverização. Foi necessário realizar duas pulverizações para o controle efetivo da praga. Para o oídio pulverizou-se água oxigenada (10 volumes) na concentração de 20 mL para 1 L de calda de pulverização; o controle inicialmente se mostrou efetivo, porém, com o aumento de folhas e adensamento das plantas não foi mais possível o controle do fungo.

3.4.6 Análise visual de sintomas

As plantas foram diariamente observadas quanto ao aparecimento de sintomas e alterações devido ao estresse pelos tratamentos ou desenvolvimento fenológico. Procurou-se detectar sintomas relacionados à deformação nas folhas, aparecimento de clorose, necrose e abscisão foliar. Nos frutos, avaliou-se visualmente deformações e alterações na coloração. Nas flores, observou-se abortamento/abscisão. No caule,

avaliou-se a coloração e deformação. Não foram avaliados sintomas nas raízes, devido à dificuldade de acesso às mesmas.

3.4.7 Viabilidade técnica

Para tratar da viabilidade técnica da produção do quiabeiro no sistema NFT adotado, foram empregados os seguintes parâmetros, conforme Bione (2017): adequação da solução nutritiva adotada em termos de aparição de sintomas de deficiência e desequilíbrios nutricionais ou de crescimento vegetativo exacerbado, em detrimento da produção; sustentação, dificuldade de tutoramento e arquitetura da parte aérea; confinamento do sistema radicular na seção de escoamento da solução nutritiva nas calhas de cultivo com diâmetro 0,075 m; extravasamentos de solução nutritiva impostos pelo crescimento radicular; adequação do espaçamento adotado; adequação dos orifícios de cultivo perfurados nas calhas de cultivo, em relação ao crescimento da região do colo da planta; ocorrência de podridões na região do colo, provocadas pela elevação do nível da solução nutritiva nos canais de escoamento e ergonomia promovida pela altura máxima das plantas safreiras em combinação com altura das calhas de cultivo.

3.4.8 Variáveis biométricas

Avaliou-se biometria do quiabeiro utilizando-se a massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) aos 39 DAT para as cultivares analisadas. A avaliação nesse período ocorreu devido a extravasamentos de solução nutritiva da calha de cultivo.

Não foi possível avaliar parâmetros produtivos, porque o quiabeiro 'Santa Cruz 47' ainda se encontrava em fase vegetativa.

Os dados foram tabulados e processados em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel 2013). Posteriormente, os dados foram avaliados no programa estatístico R. Mediante aplicação do teste F da análise de variância, avaliando significância dos tratamentos (níveis de CEsol, cultivares e suas interações).

Quando significativa pela Análise de Variância, a CEsol foi avaliada mediante análise de regressão no programa Table Curve Package (Jandel Scientific, 1991), selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos, no valor do coeficiente de determinação e no significado agrônômico do comportamento.

3.5 EXPERIMENTO II

3.5.1 Caracterização do ambiente experimental

O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação do tipo arco duplo (instalada no sentido Leste/Oeste) com 4 m de pé direito, 14 m de largura e 35 m de comprimento, localizada no Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, Cruz das Almas, Bahia (12° 40' 19" de latitude Sul, 39° 06' 23" de longitude Oeste e altitude média de 220 m).

A casa de vegetação possuía muros de alvenaria (altura 0,3 m) em toda a extensão do perímetro, filme plástico transparente (espessura 150 micra) na cobertura e tela de sombreamento do tipo clarite (50%) nas laterais e como subcobertura interna, à altura do pé-direito.

O experimento foi iniciado em 04/07/2017, aos 16 dias após a semeadura (DAS), quando a cultura foi transplantada para o sistema, dando início aos tratamentos e foi concluído em 13/10/2017, aos 101 DAS, com 85 dias após o transplante (DAT). O período de duração do experimento foi de 79 dias do inverno e 22 dias da primavera de 2017.

De posse dos dados disponibilizados pela Embrapa Mandioca e Fruticultura (Figura 2) provenientes da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada a 2,6 km em linha reta do local do experimento, foi possível mensurar os valores mínimo, máximo e médio de temperatura, respectivamente: 15,70; 29,8 e 21,25°C, umidade do ar 74,04; 94,29 e 84,25% e ETo 1,55, 4,71 e 3,10 mm. Vale ressaltar que esses valores não são equivalentes aos valores dentro da casa de vegetação.

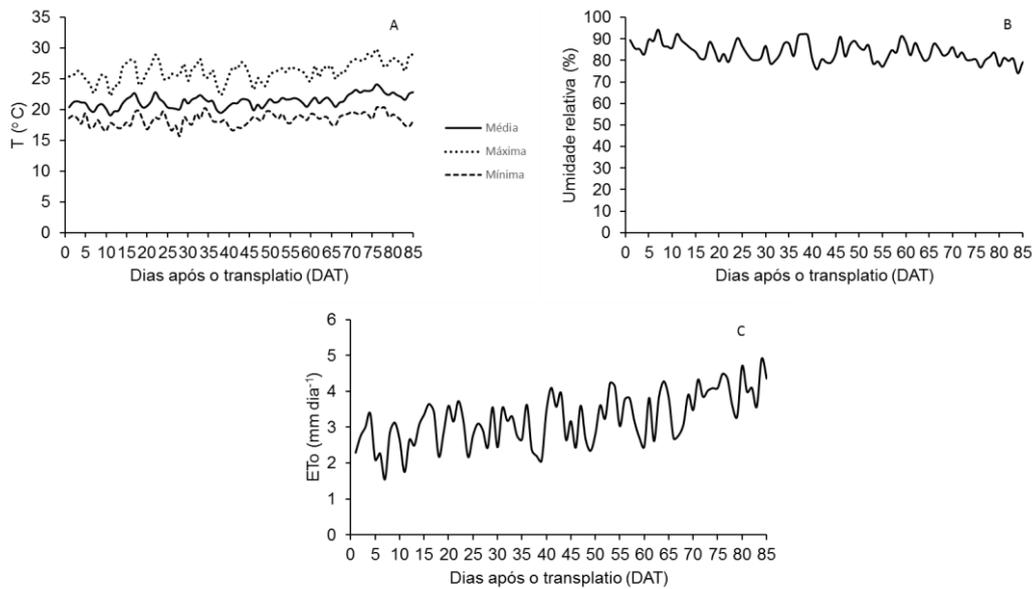


Figura 2. Registros da estação meteorológica automática da rede INMET no município de Cruz das Almas - BA para temperatura máxima, mínima e média -T (A), umidade relativa do ar média - UR em base diária (B) e evapotranspiração de referência média - ETo em base diária (C), durante o ciclo de cultivo.

3.5.2 Montagem da estrutura

A estrutura utilizada foi a mesma proposta por Soares (2009) com a diferença que o reservatório, para a solução utilizado foi de 50 L, o que totalizou uma disponibilidade de 10 L de solução nutritiva por planta.

Com base no Experimento I foi possível verificar que a calha utilizada não foi condizente com a cultura do quiabeiro. Assim, foram utilizadas no Experimento II calhas com diâmetro maior, qual seja 0,10 m, que foram espaçadas de 1,30 m com 1,0 m entre plantas de acordo com a estrutura hidropônica disponível, perfazendo 5 plantas por calha. As calhas utilizadas foram de polipropileno em formato semielíptico, sendo a área útil para cada planta de 1,3 m².

3.5.3 Cultivar escolhida

A cultivar 'Speedy' foi escolhida por ter um porte vegetativo que melhor se adequou à estrutura hidropônica utilizada no Experimento I.

3.5.4 Produção de mudas

A semeadura foi realizada com duas sementes por copo plástico de 80 mL preenchido com fibra de coco. A mudança ocorreu devido aos problemas na germinação em espuma fenólica verificados no Experimento I.

Inicialmente, as mudas foram irrigadas com água do abastecimento local, classificada como doce na classificação do CONAMA (2005) com CE de $0,15 \text{ dS m}^{-1}$. Com 14 dias após a semeadura (DAS), irrigou-se com a solução de Furlani, durante dois dias, para aclimatação das plantas e posterior transplântio para o sistema.

O transplântio das mudas para o local definitivo foi realizado em 20/07/2017 com 16 dias após a semeadura (DAS), momento em que se iniciou os tratamentos. Nessa data as mudas do quiabeiro já possuíam o tamanho mínimo necessário para não serem encobertas na calha evitando o estiolamento das mesmas. O tamanho médio das mudas era de 0,10 m, com uma folha definitiva por planta.

3.5.5 Tratamento e delineamento experimental

A cultivar foi submetido a sete diferentes níveis de salinidade de condutividade elétrica da água (CEa): 0,15; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0 dS m^{-1} , produzidos pela adição de NaCl à água doce local. O nível $0,15 \text{ dS m}^{-1}$ refere-se à água doce de abastecimento local (tratamento controle). Após adição dos nutrientes, com base na formulação proposta por Furlani (1998), essas águas produziram soluções nutritivas hidropônicas com condutividade elétrica da solução (CEsol) de 2,08; 4,47; 7,9; 9,46; 12,84; 14,82; e 18,61 dS m^{-1} , respectivamente.

O experimento foi arranjado em blocos casualizado com 6 repetições e 42 parcelas experimentais, sendo que cada parcela com cinco plantas se configura como uma repetição.

3.5.6 Manejo da solução nutritiva, tutoramento e controle de pragas e doenças

O monitoramento da condutividade elétrica da solução (CEsol) foi feito com a coleta da solução nutritiva na entrada da calha do perfil do sistema hidropônico NFT, com auxílio de copo plástico, com posterior medição da condutividade através do uso do condutímetro portátil. As leituras foram realizadas a cada 7 dias.

Caso a CE da solução (CEsol) dos tratamentos se reduzisse em $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, foi realizada a correção mediante aplicação de nutrientes para todos os tratamentos. Para a correção da CE preparou-se soluções nutritivas concentradas, pesando-se a quantidade necessária de sais para se elevar $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ da solução de Furlani (1999a) de forma proporcional ao volume necessário para todas as unidades do sistema, no qual 100 mL de solução de reposição elevaria a CEsol em $0,1 \text{ dS m}^{-1}$ da solução nutritiva. O volume adicionado por calha foi computado no consumo hídrico da cultura.

Com a mesma frequência de dias, avaliou-se o pH. Caso fosse necessário realizar a sua correção, foi utilizado hidróxido de potássio (2,0 M) para correção do pH abaixo de 5,5 e ácido sulfúrico a 20% para correção do pH acima de 6,5, para que a solução nutritiva se mantivesse dentro da faixa ideal de pH de 5,5 a 6,5.

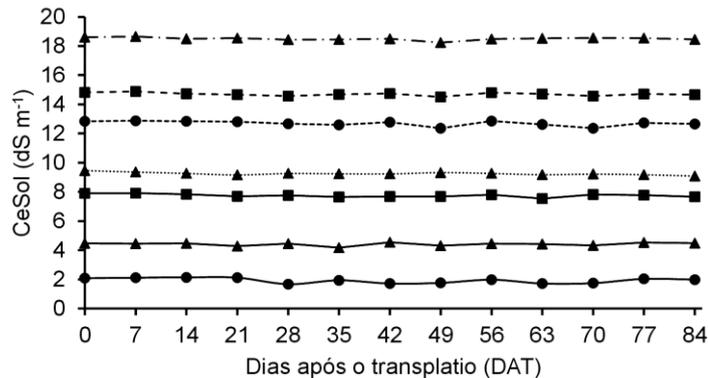


Figura 3: Condutividade elétrica da solução nutritiva (CeSol) ao longo do tempo no cultivo hidropônico do quiabeiro ‘Speedy’, com reposição da ETo utilizando água doce.

Para o controle da mosca branca e pulgão foi utilizado o inseticida Evidence 700 WG que é um inseticida sistêmico do grupo químico dos neonicotinoides, com pulverização foliar. Para o controle do oídio utilizou-se o Cerconil com os princípios ativos Tiofanato Metílico + Clorotaloni, sendo ele um pó molhável pulverizado sobre as folhas. A utilização dos produtos foi feita assim que se identificava visualmente a presença dos fungos e pragas.

O tutoramento foi feito da mesma forma que o Experimento I.

3.5.7 Consumo hídrico e eficiência do uso da água

Para todos os tratamentos a reposição do consumo hídrico foi feita com água do abastecimento local, com os mesmos reservatórios descritos no Experimento I, de diâmetro de 0,20 m e graduado com fita milimetrada para a realização das leituras.

O consumo hídrico foi avaliado através de leituras milimétricas diárias da altura de água no reservatório de água doce que abastecia o reservatório de solução nutritiva de cada parcela. Respeitou-se o número de plantas em cada calha de cultivo e a cada leitura, inclusive após a realização das colheitas periódicas das plantas (aos 30, 45, 85 DAT). Para minimizar os efeitos dos erros de leitura, os valores diários foram acumulados em períodos decendiais. Também foi avaliado o consumo hídrico acumulado no ciclo (85 dias após o transplante (DAT)). (Eq.(1)).

$$CH = \frac{(L_f - L_i) \times \pi \times D^2}{4 \times n \times \Delta T} \times 10^3 \quad (1)$$

em que:

CH - consumo hídrico diário por planta, L planta⁻¹ dia⁻¹;

L_f - leitura final do nível da água no depósito de abastecimento automático, m;

L_i - leitura inicial do nível da água no depósito de abastecimento automático, m;

D - diâmetro interno do depósito de abastecimento automático, m;

ΔT - intervalo de tempo entre as leituras, dias;

n - número de plantas cultivadas no perfil, no intervalo de tempo ΔT.

A eficiência do uso da água (EUA) foi determinada como a razão direta entre a produção (massa fresca dos frutos) e o consumo hídrico acumulado até o final do ciclo de produção (Eq. 2).

$$EUA = \frac{Y_p}{CH_{acum}} \quad (2)$$

em que:

EUA - eficiência do uso da água da produção do quiabeiro, kg m⁻³;

Y_p - massa de matéria fresca dos frutos, kg planta⁻¹;

CH_{acum} - consumo hídrico acumulado por período; m³ planta⁻¹.

3.5.8 Variáveis biométricas

As variáveis biométricas analisadas do quiabeiro foram: altura de planta (H), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF) e massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) aos 45, 60 e 101 DAS.

A altura do quiabeiro 'Speedy' foi medida com auxílio de uma trena milimétrica, a 0,05 m do início da região do colo até a parte mais alta da planta. O diâmetro do caule foi medido com um paquímetro digital a uma distância de 0,05 m da região do colo.

A mensuração dessas variáveis foi feita acima da região do colo, devido a mesma estar inserida dentro da calha do cultivo do NFT e envolta por copo plástico, dificultando seu acesso.

A mensuração do número de folhas se deu com a contagem das folhas que estavam completamente expandidas.

O método escolhido para a mensuração da área foliar foi a técnica do disco foliar, porém com adaptação do vazador, que foi utilizado na forma de quadrado com área de 4,0 cm². De acordo com Favarin et al. (2002), em cada folha fresca escolhida (folha completamente expandida do mesmo nó) foram retiradas três quadriculas apenas com nervuras finas, de diferentes partes da folha: um na parte mediana, uma na parte apical e um na parte basal. As folhas e as quadriculas foram acondicionadas em sacos de papel, levados a estufa a 65° C e depois mensuradas a massa de matéria seca, com auxílio da balança de precisão (0,01 g), para posterior cálculo da área foliar com auxílio da Eq (3).

$$AF = \frac{[(MF + MD) \times AQ]}{MD} \quad (3)$$

em que:

AF - área foliar estimada, em cm²;

MF - massa de matéria seca de todas as folhas, grama por planta;

MD - massa de matéria seca das quadriculas, g;

AQ - área conhecida da quadricula de 4,0 cm².

Aos 30 DAT uma planta foi colhida. Posteriormente, aos 45 e 85 DAT foram colhidas duas plantas de cada parcela e levadas à balança de precisão (0,01 g) para obtenção da massa de matéria fresca da parte aérea, sem frutos, colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de ventilação forçada à 65° C. Ao atingirem massa constante, obteve-se a massa de matéria seca da parte aérea em balança de precisão (0,01 g).

3.5.9 Produção de frutos

A colheita dos frutos maduros se deu manualmente à medida que se mostravam com a coloração verde típica dos frutos maduros, no intervalo de 2 em 2 dias, durante um período de colheita de 49 dias (25/08/2017 a 13/10/2017). Foram contabilizadas as produções parciais de cada tratamento.

Os frutos obtidos em cada colheita foram levados à balança de precisão (0,01g), mensurando-se a massa de matéria fresca dos mesmos. A produção média

por planta foi obtida respeitando-se o número de plantas existentes na calha durante período de colheita.

Produção relativa - Y_r

Foi feita a comparação da produção do quiabeiro obtida em cada nível de CEsol com a produção potencial determinada no tratamento controle (CEsol 2,11 dS m⁻¹), na qual estabeleceu-se a produção relativa (Eq (4)).

$$Y_r = \frac{Y_{p_i}}{Y_{p_c}} \quad (4)$$

em que:

Y_r - produtividade relativa dos frutos para um dado tratamento i, decimal;

Y_{p_i} - produtividade absoluta dos frutos para um dado tratamento i, kg por planta;

Y_{p_c} - produtividade absoluta dos frutos para o tratamento controle, kg por planta.

3.5.10 Qualidade dos frutos

Comprimento do fruto - CF

O comprimento do fruto foi medido a partir da ponta do fruto até o seu ponto de inserção do pedúnculo. Foram analisados 10 frutos por tratamento (no período de 03/09/2017 a 08/09/2017) para análise perante aos critérios estabelecidos para seu comércio e o valor padrão indicado pela CEAGESP (2001) e pela empresa Horticeres (2017), avaliando, também, o efeito da condutividade elétrica nessa variável.

Os valores de comprimento do fruto foram comparados com o padrão determinado pela CEAGESP (2001) e Pedrosa (1983) para saber se o nível de salinidade torna o fruto produzido fora do padrão aceito comercialmente.

Diâmetro do fruto - DF

O diâmetro do fruto (DF) foi medido a 0,01 m da inserção do pedúnculo, com os mesmos frutos medidos para o comprimento. Essa variável foi comparada com outras cultivares do quiabeiro encontradas no Brasil e o valor padrão indicado pela empresa Horticeres (2017) para o quiabeiro 'Speedy'.

Massa de matéria fresca por fruto - MFF

A massa de matéria fresca por fruto (MFF) foi estimada pesando 10 frutos por tratamento, de forma, individual, com auxílio da balança de precisão (0,01g). Avaliou-se o efeito do incremento da condutividade elétrica na massa de matéria fresca do fruto do quiabeiro 'Speedy'. Comparou-se os valores encontrados com estudos de outras cultivares do quiabeiro, devido à ausência de um padrão para a massa de matéria fresca do fruto do quiabeiro 'Speedy'.

Espessura da parede dos frutos - α

Após os frutos selecionados serem avaliados quanto às variáveis descritas acima, os frutos foram cortados ao meio, no sentido da largura, para medir a espessura da parede dos frutos no mesmo local onde foi medido o diâmetro.

3.5.11 Tolerância à salinidade

Para avaliação da tolerância da cultura do quiabeiro 'Speedy' à salinidade, foram utilizados modelos matemáticos propostos por Maas e Hoffman (1977), modelo de platô seguido de queda exponencial e Steppuhn et al. (2005), com os valores de produções relativas, acumuladas nos 49 dias de colheita para a produção total de frutos. Para essa avaliação, considerou-se, para todos os tratamentos salinos, a condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol), e não a da água (CEa), já que neste caso é importante considerar a condição real da salinidade na zona radicular (Sonneveld et al., 2004).

Foram utilizados três diferentes modelos de respostas:

a) Modelo de Maas e Hoffman (1977):

O modelo de Maas e Hoffman se caracteriza por possuir um platô, com condutividade elétrica limiar para produção relativa de 100%, com posterior decréscimo linear e condutividade elétrica no qual a produção é zero. A equação básica do modelo se apresenta na Eq. 6, já as três fases do modelo são definidas na Eq. 7.

$$Y_r = 100 - b \times (CE_{sol} - CE_L) \quad (6)$$

em que:

Y_r - valor estimado da produtividade relativa para um dado nível de condutividade elétrica da solução nutritiva (CE), decimal;

CE_{sol} - valor da condutividade elétrica da solução nutritiva, $dS\ m^{-1}$;

CE_L - valor da condutividade elétrica limiar da solução nutritiva, a partir do qual se inicia a redução da produtividade relativa potencial, $dS\ m^{-1}$;

b - valor da declividade linear na produção relativa para cada acréscimo unitário na condutividade elétrica da solução nutritiva, decimal.

$$Y_r = \begin{cases} 1; & 0 < CE_{sol} \leq CE_L \\ 1 - b \times (CE_{sol} - CE_L); & CE_L < CE < CE_o \\ 0; & CE_{sol} \geq CE_o \end{cases} \quad (7)$$

em que:

Y_r - valor estimado da produtividade relativa para um dado nível de condutividade elétrica da solução nutritiva (CE), decimal;

CE_{sol} - valor da condutividade elétrica da solução nutritiva, $dS\ m^{-1}$;

CE_L - valor da condutividade elétrica limiar da solução nutritiva, a partir do qual se inicia a redução da produtividade relativa potencial, $dS\ m^{-1}$;

CE_o - menor valor da condutividade elétrica da solução nutritiva para o qual a produção é nula, $dS\ m^{-1}$;

b - valor da declividade linear na produção relativa para cada acréscimo unitário na condutividade elétrica da solução nutritiva, decimal.

b) Modelo de platô seguido de queda exponencial

O modelo de platô seguido de queda exponencial se caracteriza por possuir um platô, com condutividade elétrica limiar para produção relativa de 100%, com posterior decréscimo exponencial. A equação básica do modelo se apresenta na Eq. 8, já as duas fases do modelo são definidas na Eq. 9.

$$Y_r = (Y_f - Y_i) \times \exp(-K \times (CE_{sol} - CE_L)) + Y_i \quad (8)$$

em que:

Y_r - valor estimado da produtividade relativa para um dado nível de condutividade elétrica da solução nutritiva (CE), decimal;

CEsol- valor da condutividade elétrica da solução nutritiva, dS m⁻¹;

CE_L- valor limiar da condutividade elétrica da solução nutritiva a partir do qual inicia o decréscimo da produtividade relativa, dS m⁻¹;

Y_r- valor médio da produtividade relativa obtido até a CE_L (platô superior), expresso na mesma unidade da produtividade relativa, em decimal;

Y_i - valor inferior da produtividade relativa estimado para a condutividade elétrica tendendo ao infinito (platô inferior), expresso na mesma unidade da produtividade relativa;

K - constante, expressa na unidade inversa à da condutividade elétrica da solução nutritiva, (dS m⁻¹)⁻¹.

$$Y_r = \begin{cases} Y_L; & CE_{sol} \leq CE_L \\ (Y_r - Y_i) \times \exp(-K \times (CE_{sol} - CE_L)) + Y_i; & CE_{sol} > 0 \end{cases} \quad (9)$$

em que:

Y_r - valor estimado da produtividade relativa para um dado nível de condutividade elétrica da solução nutritiva (CE), decimal;

CEsol- valor da condutividade elétrica da solução nutritiva, dS m⁻¹;

CE_L- valor limiar da condutividade elétrica da solução nutritiva a partir do qual inicia o decréscimo da produtividade relativa, dS m⁻¹;

Y_r- valor médio da produtividade relativa obtido até a CE_L (platô superior), expresso na mesma unidade da produtividade relativa, em decimal;

Y_i - valor inferior da produtividade relativa estimado para a condutividade elétrica tendendo ao infinito (platô inferior), expresso na mesma unidade da produtividade relativa;

K - constante, expressa na unidade inversa à da condutividade elétrica da solução nutritiva, (dS m⁻¹)⁻¹.

c) Modelo de Steppuhn et al. (2005)

O modelo de proposto por Steppuhn et al. (2005) não apresenta o valor de salinidade limiar para a produção relativa igual a 100%, os autores trabalham com o conceito da condutividade elétrica referente a 50% da produção. O modelo pode ser expresso pela Eq. 10.

$$Y_r = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{CE_i}{CE_{50}}\right)^{\exp(s \times CE_{50})}\right]} \quad (10)$$

em que:

Y_r - valor estimado da produtividade relativa para um dado nível de condutividade elétrica da solução nutritiva (CE), decimal;

CE_i - valor da condutividade elétrica da solução nutritiva, $dS\ m^{-1}$;

CE_{50} - valor da condutividade elétrica da solução nutritiva relacionado à produção relativa percentual de 50%, $dS\ m^{-1}$;

s - parâmetro da declividade da produtividade relativa para cada acréscimo unitário na condutividade elétrica da solução nutritiva, identificado como uma estimativa aproximada do valor absoluto da média dY_{er}/dCE .

O ajuste dos dados aos modelos testados foi feito de acordo com a metodologia proposta por Bione (2017) com a observação do comportamento dos dados nos gráficos de resposta, o significado agrônômico da resposta, a significância estatística de seus termos e o coeficiente de determinação. Os parâmetros dos modelos foram analisados com auxílio da ferramenta 'Solver' do Microsoft Excel (Microsoft Office 2013), buscando a minimização do somatório dos quadrados dos desvios; o método selecionado para solução com essa ferramenta foi o GRG não linear, com convergência de 0,0001, escolhendo-se a opção de tornar não negativas todas as variáveis irrestritas.

Posteriormente, buscou-se analisar a tolerância do quiabeiro 'Speedy' à salinidade com a comparação com valores indicados na literatura para o quiabeiro e outras espécies, com as devidas ressalvas da comparação da salinidade em sistema hidropônico e cultivo convencional. Utilizou-se como referências os trabalhos de Maas e Hoffman (1977), com base na salinidade limiar, e de Steppuhn et al. (2005), com base no índice de tolerância à salinidade previsto na Eq. (11).

$$IT_S = CE_{50} + s \times CE_{50} \quad (11)$$

3.5.12 Precocidade

Índice de Precocidade

Com base nos valores obtidos para as produções parciais do quiabeiro 'Speedy' foi calculado um índice de precocidade para cada tratamento (com base nas médias de produção) e nível de CEsol, mediante a equação de Fioravanço (2015) (Eq (12)), pressupondo-se que a salinidade da água atrasaria a produção dessa espécie.

$$IP = \frac{N \times Yp_1 + (N-1) \times Yp_2 + \dots + 2 \times Yp_{w-1} + 1 \times Yp_w}{N \times Yp} \quad (12)$$

em que:

Yp_w - produção do quiabeiro' na w-ésima colheita parcial, kg por planta;

N - número total de colheitas parciais;

Yp - produção do quiabeiro acumulada em todas as colheitas parciais, kg por planta.

3.5.13 Viabilidade técnica e análise de sintomas por toxidez

Para a análise da viabilidade técnica e dos sintomas foi usada a mesma metodologia do Experimento I.

3.5.14 Análise estatística

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel 2013), que também foram usadas para confecção dos gráficos. Posteriormente, os dados foram avaliados no programa estatístico R (2016). Mediante aplicação do teste F da análise de variância, avaliou-se a significância dos tratamentos (níveis de CEsol). Quando significativa pela análise de variância, a CEsol foi avaliada mediante análise de regressão com o auxílio do programa Table Curve Package (Jandel Scientific, 1991), selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos, no valor do coeficiente de determinação e no significado agrônômico do comportamento. Os coeficientes de determinação apresentados no presente texto foram calculados para as repetições de cada tratamento e não apenas para as suas médias.

Para as variáveis cuja resposta à salinidade da solução foi definida por uma equação de primeiro grau, estimou-se a redução linear relativa com base nos coeficientes da função ajustada (Eq.(13)).

$$\alpha_i = \frac{b}{a} \times 100 \quad (13)$$

em que:

α_i - redução linear relativa da variável i para cada acréscimo unitário na condutividade da solução, % (dS m⁻¹)⁻¹;

a - coeficiente linear da equação ajustada para a variável i ;

b - coeficiente angular da equação ajustada para a variável i .

Para as variáveis cuja relação de dependência com a CEa foi melhor ajustada por modelos polinomiais de segundo grau, os pontos de máxima ou de mínima resposta foram obtidos pela derivada primeira das equações.

As análises foram realizadas com a CESol ponderada no tempo com auxílio da Eq. 14. Cujos valores foram: 2,11; 4,34; 7,85; 10,03; 13,06; 15,11 e 18,53 dS m⁻¹.

$$CESol_p = \frac{\sum_{i=1}^I CE_i \Delta t_i}{\sum_{i=1}^I \Delta t_i} \quad (14)$$

em que:

$CESol_p$ - salinidade ponderada no tempo, dS m⁻¹;

CE_i - condutividade elétrica da solução na i -ésima leitura, dS m⁻¹;

I - número de leituras, adimensional;

Δt_i - intervalo de tempo em que se assume constante a CE_i , dias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 EXPERIMENTO I

O Experimento I foi considerado um experimento piloto na apuração dos resultados para a melhor condução do Experimento II.

4.1.1 Viabilidade técnica de produção de quiabo no sistema NFT

De maneira geral o diâmetro de 0,075 m dos tubos de PVC usados como calhas de cultivo não se mostrou adequado à cultura do quiabeiro, pois o confinamento do sistema radicular na seção de escoamento impediu a circulação da solução nutritiva nas calhas de cultivo. Além disso, os orifícios de cultivo perfurados nas calhas de cultivo foram rapidamente preenchidos (por volta dos 25 DAT) pelo colo da planta, causando extravasamentos de solução nutritiva, fato que antecipou o término do primeiro experimento aos 60 DAS.

O espaçamento adotado entre plantas e fileiras (1,20 x 0,80) também não se mostrou adequado, pois as plantas ocuparam rapidamente seu espaço, sobrepondo-se umas às outras, impedindo a circulação de ar, causando sombreamento nas plantas vizinhas, dificultando a locomoção na estrutura hidropônica, o tutoramento, condução da parte aérea, gerando problemas sanitários por infestação do oídio (Figura 4).



Figura 4. Visão geral do adensamento de todas as cultivares do quiabeiro estudadas durante o Experimento I aos 20 dias após o transplântio (DAP).

Mesmo com o extravasamento da solução não houve a ocorrência de podridões na região do colo, provocadas pela elevação do nível da solução nutritiva nos canais de escoamento da solução nutritiva.

O quiabeiro 'Speedy' apresentou a arquitetura considerada mais interessante em relação à folha e a sua estrutura (Figura 5), para o sistema hidropônico, por possuir o porte mais ereto, com a haste principal do caule melhor desenvolvida e com menor crescimento lateral. As folhas permitiam uma melhor circulação de ar com a redução de incidência de pragas e doenças. O tutoramento dessa cultivar também se mostrou mais adaptável para as condições da hidroponia.



Figura 5. Arquitetura da folha do quiabeiro 'Speedy' (A); Arquitetura vegetal do quiabeiro 'Speedy' (B).

4.1.2 Toxidez por NaCl

Com as avaliações rotineiras não foi possível identificar qualquer sintoma de toxidez por NaCl nos quiabeiros em qualquer época da condução do experimento, com ausência de clorose ou necrose em todos os níveis salinos.

4.1.3 Variáveis biométricas

Não foi possível a mensuração da massa de matéria seca da parte aérea. Assim foi utilizada a massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) para a análise das cultivares. Aos 39 DAT as cultivares 'Santa Cruz 47', das empresas Feltrin e Horticeres e o 'Speedy' não apresentaram efeito significativo para incremento da condutividade elétrica da solução. As cultivares 'Santa Cruz 47' da Topseed e 'Valência' da Feltrin tiveram redução linear de 5,45 e 5,85% para cada acréscimo unitário de CEsol (dS m^{-1}), respectivamente, o que foi tomado como indicativo de maior sensibilidade à salinidade em relação aos demais cultivares (Figura 6).

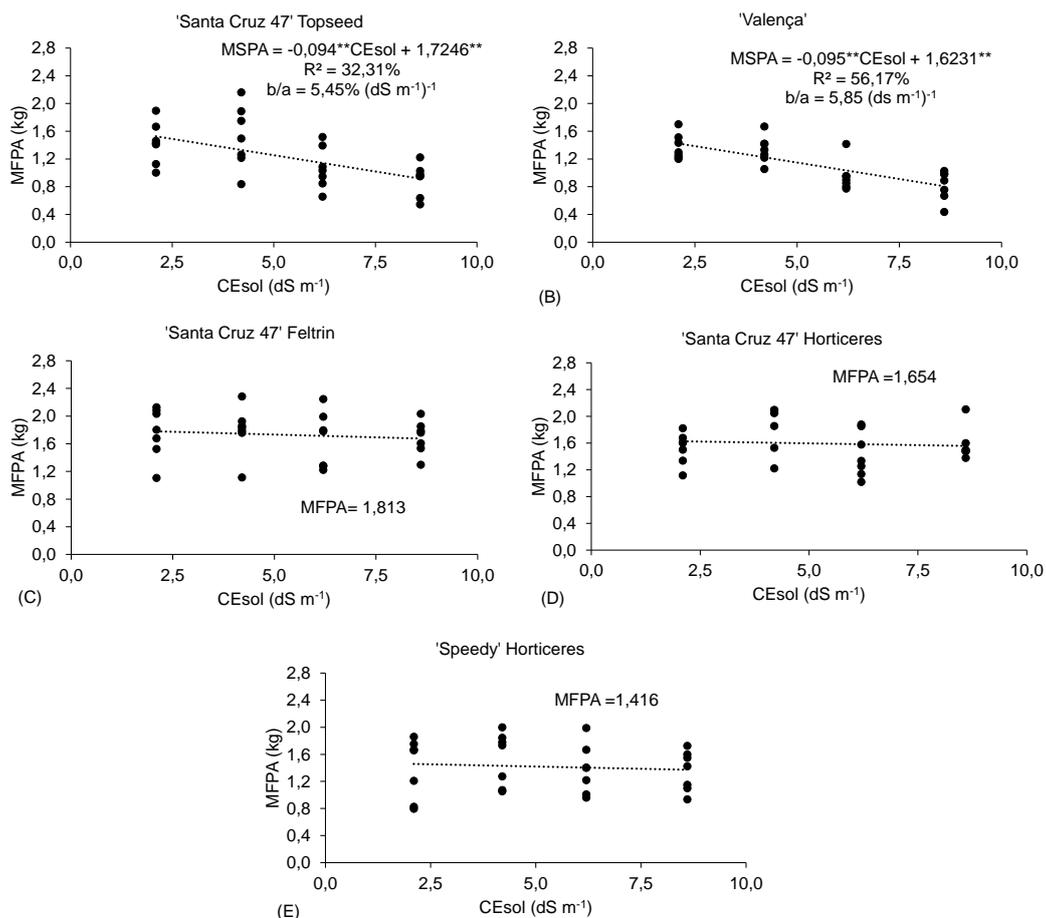


Figura 6. Massa fresca da parte aérea (MFPA) dos quiabeiros 'Santa Cruz 47'-Topseed (A), 'Valença' – Feltrin (B), 'Santa Cruz 47' – Feltrin (C), 'Santa Cruz 47' -Hortiçeres (D) e 'Speedy' (E) alcançada aos diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 39 dias após o transplantio.

A análise dessa etapa foi prejudicada pela impossibilidade de mensuração da massa seca da parte aérea, em que os dados são mais consistentes para a avaliação do efeito da salinidade nos quiabeiros analisados. Porém, de posse dos dados, o quiabeiro 'Speedy' foi o que melhor se adaptou à estrutura hidropônica utilizada, pelos caracteres agrônômicos já apresentados, por não sofrer efeito do incremento da condutividade elétrica da solução nutritiva (dS m⁻¹) e por apresentar menor média da massa fresca da parte aérea, o que se julgou interessante para evitar a ocorrência de tombamento de plantas, como ocorreu com as demais cultivares.

Julgou-se necessário, com a resposta da massa de matéria fresca da parte aérea do quiabeiro 'Speedy', aumentar os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (dS m⁻¹) para a avaliação do Experimento II.

4.2. EXPERIMENTO II

4.2.1 Viabilidade técnica da produção de quiabo no sistema NFT e análise de sintomas por toxidez

A semeadura com copo plástico e fibra de coco, empregada no Experimento II, foi mais eficiente na produção de mudas do que com espuma fenólica (empregada no Experimento I), com germinação mais uniforme (dados não quantificados).

Não houve extravasamento de solução nutritiva da calha de cultivo com o diâmetro nominal da calha de 0,10 m. O formato semielíptico da calha foi mais adequado para a condução que o circular do tubo PVC do Experimento I, evitando tombamento das plantas.

Por outro lado, o diâmetro do orifício de 0,05 m para acomodação das plantas foi insuficiente para o desenvolvimento do caule do quiabeiro 'Speedy', causando rachaduras na calha de cultivo, para o tratamento controle (Figura 7). A altura da calha de 1,0 m em relação ao solo utilizada no Experimento II não foi adequada para o quiabeiro 'Speedy' no tratamento controle e condutividade da solução nutritiva de 4,34 dS m⁻¹, pois algumas plantas atingiram a altura de 2,0 m, dificultando a colheita dos frutos, a verificação da sanidade das plantas e a aplicação de defensivos.



Figura 7. Preenchimento do orifício de acomodação, para o tratamento controle, na calha hidropônica pelo caule do quiabeiro 'Speedy' aos 85 dias após o transplântio (DAT).

Visualmente, os cotilédones não tiveram seu funcionamento afetado com incremento dos níveis de condutividade elétrica, assim como constatado por Dkhil e Denden (2012).

Os sintomas de toxidez nas folhas apareceram a partir dos 39 DAT para as condutividades da solução nutritiva de 15,11 e 18,53 dS m⁻¹ com murchamento das folhas dos dois tratamentos mais salinos e queima nos bordos (Figura 8-a) das folhas.

Os sintomas foram evoluindo e atingindo toda a extensão da área foliar (Figura 8-b). Nesse período ocorreu grande abscisão foliar e necrose das gemas do caule. Não foram observados esses sintomas para as plantas dos demais tratamentos. Os sintomas coincidiram com os descritos por Malavolta et al. (1989); Dias e Blanco (2010), de que o cloreto de sódio causa necroses tecido vegetal ao longo das bordas das folhas e com a intensificação, as necroses passam da borda para o centro da folha.



Figura 8. Sintoma de toxicidades pelo sal NaCl, para a condutividade da solução nutritiva de $18,53 \text{ dS m}^{-1}$, do quiabeiro 'Speedy' do período de 39 dias após o transplântio (DAT) (A) e 85 dias após o transplântio (DAT) (B).

4.2.2 Variáveis biométricas

Altura de planta e diâmetro de caule

A avaliação do crescimento vegetativo é importante para o entendimento do comportamento da planta analisada quando submetida à níveis crescentes de condutividade elétrica.

Para a variável altura da planta (H) do quiabeiro 'Speedy' foi possível determinar para todas as colheitas decréscimos lineares (Figura 9). O decréscimo relativo da altura (H) para cada aumento unitário na CEsol (dS m^{-1}) foi intensificado da primeira para a segunda colheita e da segunda para a terceira, 3,70, 4,22 e 5,41%, respectivamente.

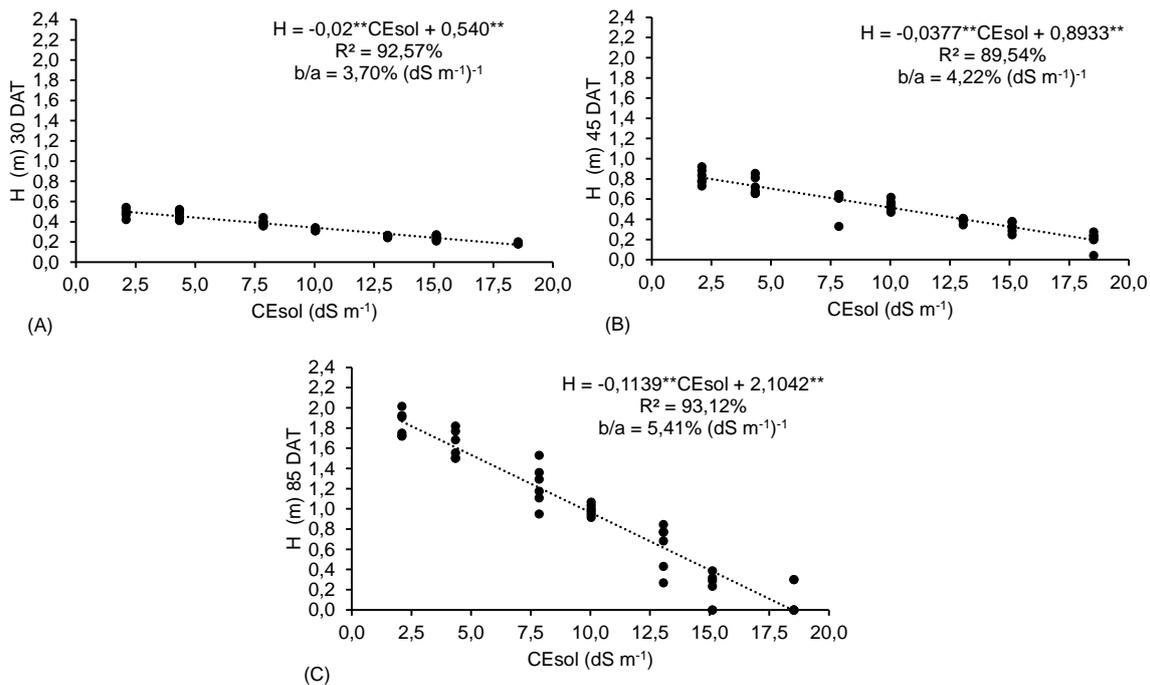


Figura 9. Altura da planta (H) do quiabeiro ‘Speedy’ alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplântio (DAT).

O mesmo comportamento foi verificado (Figura 10) para a variável diâmetro de caule, com redução de 3,91% na primeira colheita, na segunda colheita de 4,56% e na terceira de 5,41%, para cada aumento unitário de CEsol ($dS m^{-1}$).

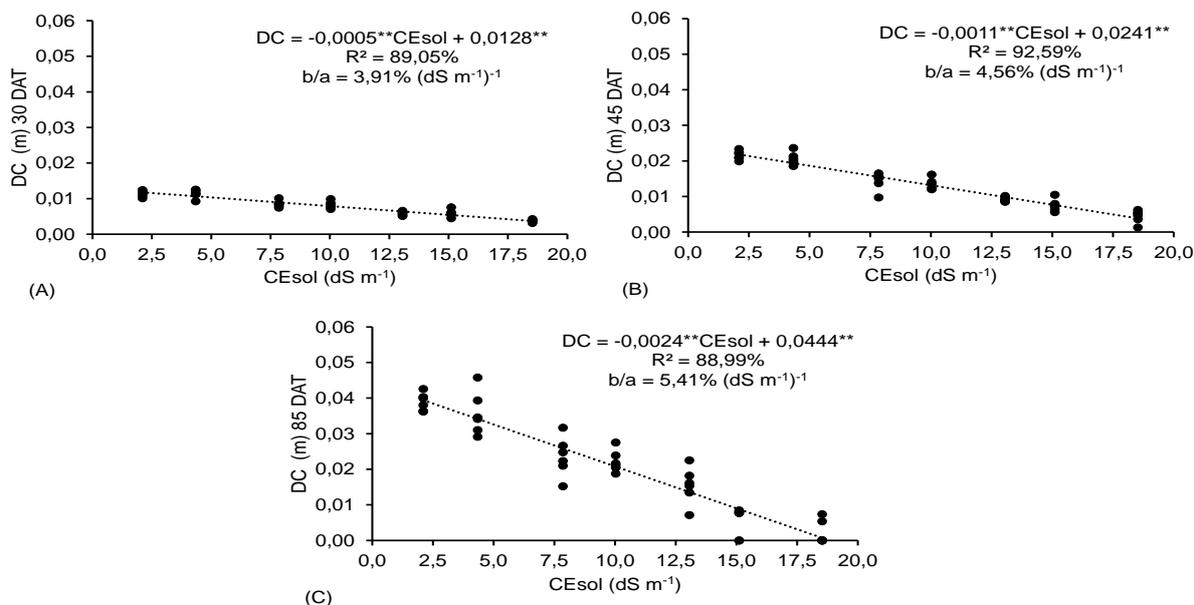


Figura 10. Diâmetro do caule (DC) do quiabeiro ‘Speedy’ alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplântio (DAT).

Estudando diversos acessos genéticos do quiabeiro, Pedrosa et al. (1983) propuseram uma classificação para o quiabeiro, com valores de altura para as plantas plenamente desenvolvidas ao final do seu ciclo variando de 0,73 a 2,40 m (227 DAS) para plantas sadias. Nesse sentido, percebe-se que os quiabeiros dos dois níveis mais salinos (CEsol: 15,11 e 18,53 dS m⁻¹) no presente trabalho, aos 85 DAT, não foram capazes de atingir esse padrão.

A redução da altura com o aumento da condutividade elétrica para o quiabeiro também foi verificada por Ferreira et al. (2012), estudando o quiabeiro 'Santa Cruz 47', cultivado em solo e irrigado com água com condutividade de 2,5 dS m⁻¹. Nascimento et al. (2017), utilizando águas de irrigação com níveis de condutividade elétrica de 0,26; 1,0; 2,0; 4,0 e 5,0 dS m⁻¹, também encontraram redução estimada de 7,23% para cada acréscimo unitário de CEa (dS m⁻¹), aos 63 DAS, na altura das plantas assim, como de 5,51% para a variável vegetativa do diâmetro do caule.

Willadino e Camara (2010) mostram que plantas submetidas à salinidade têm dificuldade para a absorção da água e, conseqüente, manutenção da turgescência das células, sendo que essas conseqüências da exposição à salinidade causam um efeito direto negativo no crescimento vegetativo da planta. Esses prejuízos são conseqüência direta da elevada quantidade de sais absorvida, que pode ultrapassar a capacidade da planta de alojá-los no vacúolo; conseqüentemente, a concentração de sais aumenta no citoplasma e pode inibir a atividade de enzimas de várias rotas metabólicas, além de gerar efeito osmótico negativo para a absorção de água.

Área foliar e número de folhas

Nas colheitas aos 30, 45 e 85 DAT houveram decréscimos unitários na área foliar do quiabeiro 'Speedy' (Figura 11) de 5,37, 6,01 e 6,45%, respectivamente. O aumento percentual dessa redução relativa evidencia o efeito negativo acumulativo da salinidade. Avaliar a área foliar permite inferir sobre a capacidade da planta de aproveitar a energia proveniente do sol através da fotossíntese. Dessa forma, a área foliar de uma planta pode ser usada como uma base do rendimento potencial da cultura e tolerância da planta à salinidade (Favarin et al., 2002; Gonzalez-Sanpedro et al., 2008, Willadino e Camara, 2010).

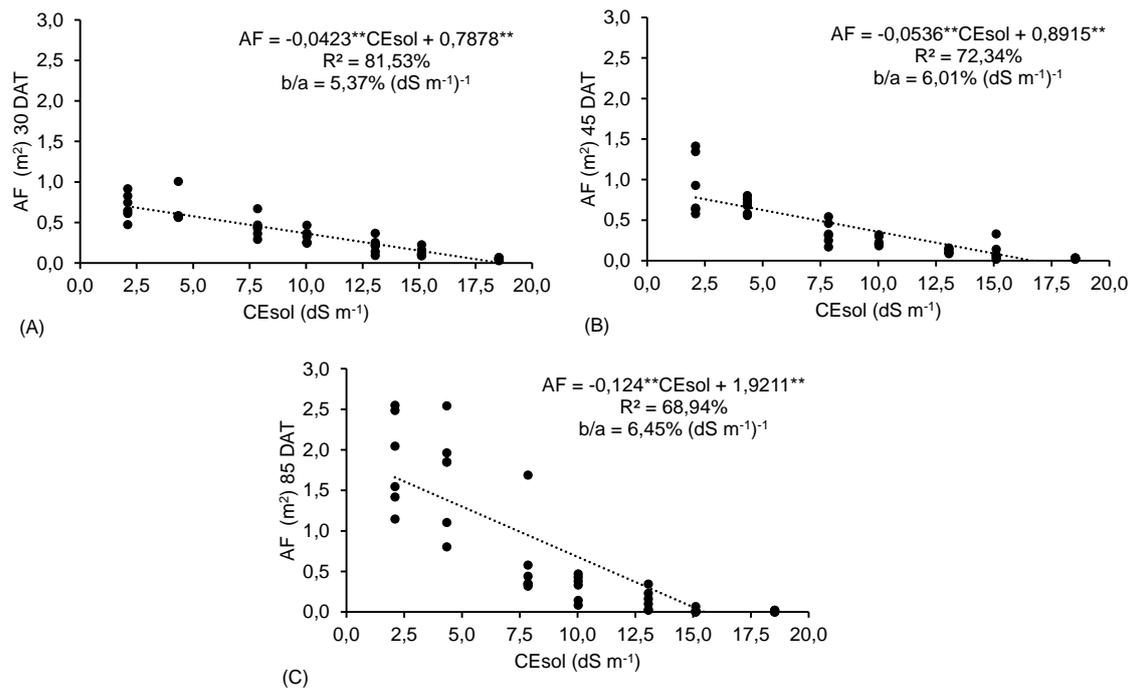


Figura 11. Área foliar (AF) do quiabeiro ‘Speedy’ alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplante (DAT).

Com a análise dos dados, conclui-se, assim como fizeram Mahmoud e Mohamed (2008) para culturas em geral, que as folhas são órgãos sensíveis à salinidade, normalmente reduzindo o seu tamanho e número, quando as plantas são submetidas a concentrações elevadas de sais. A área foliar diminuiu como consequência da diminuição da emissão de folhas jovens e senescência das folhas mais antigas, resultado do efeito da salinidade (Figura 12)

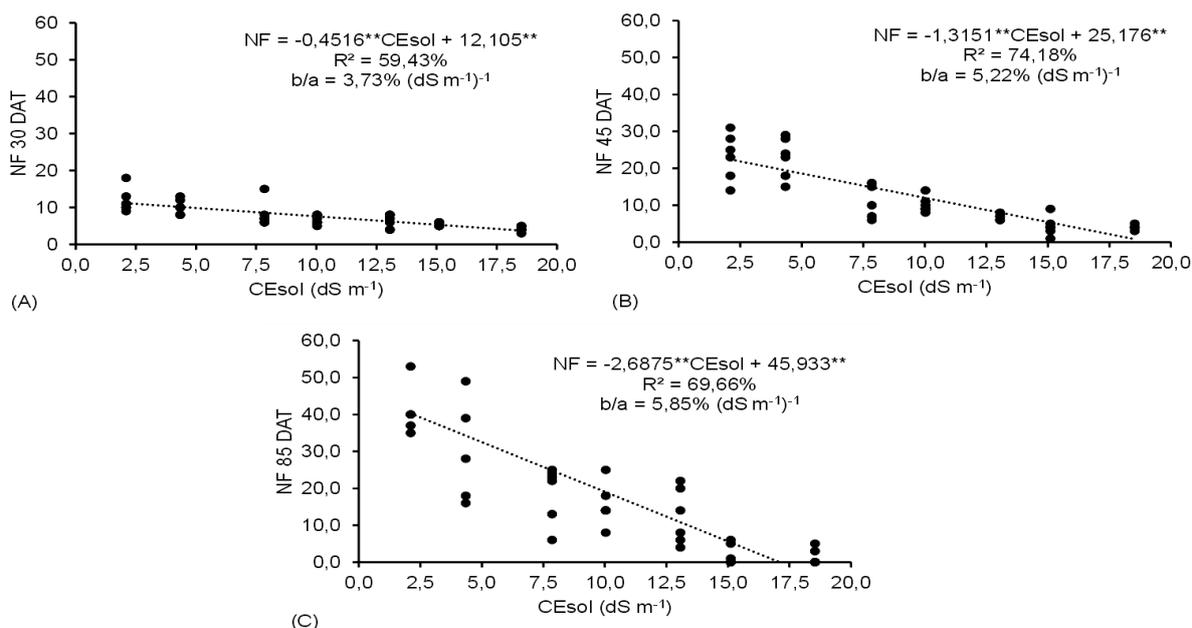


Figura 12. Número de folhas (NF) do quiabeiro ‘Speedy’ alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplante (DAT).

Shannon e Grieve (1999) reportam que as folhas mais antigas sofrem com o maior efeito da acumulação dos íons Na⁺ e Cl⁻, sendo que isso pode resultar na abscisão dessas folhas e eliminação desses íons tóxicos, conseqüentemente reduzindo o número total de folhas no vegetal. Além da redução do número de folhas, Jennings (1976) explica que a redução da área foliar e conseqüente comprimento das folhas é decorrente da ação do cloreto de sódio (NaCl), pois este inibe a divisão celular e o alongamento das células, principalmente no plano horizontal. Isso ocorre devido a um desequilíbrio hormonal, pela incapacidade da célula de manter sua turgescência e conseqüente expansão da parede celular, além da capacidade dos íons desse sal em provocar uma desarrumação da estrutura da membrana da célula.

Segundo Mittova et al. (2002), o decréscimo da área foliar pode contribuir para tolerância de uma cultura à salinidade. Assim, na situação de estresse hídrico pode ser uma estratégia utilizada pela planta para sua sobrevivência, conservando água pela menor área transpiratória das folhas.

4.2.3 Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA)

A massa de matéria seca da parte aérea teve uma redução linear em todas as colheitas avaliadas (Figura 13). Aos 85 DAT o quiabeiro ‘Speedy’ apresentou uma redução relativa de 6,40% com o acréscimo unitário de condutividade elétrica da solução.

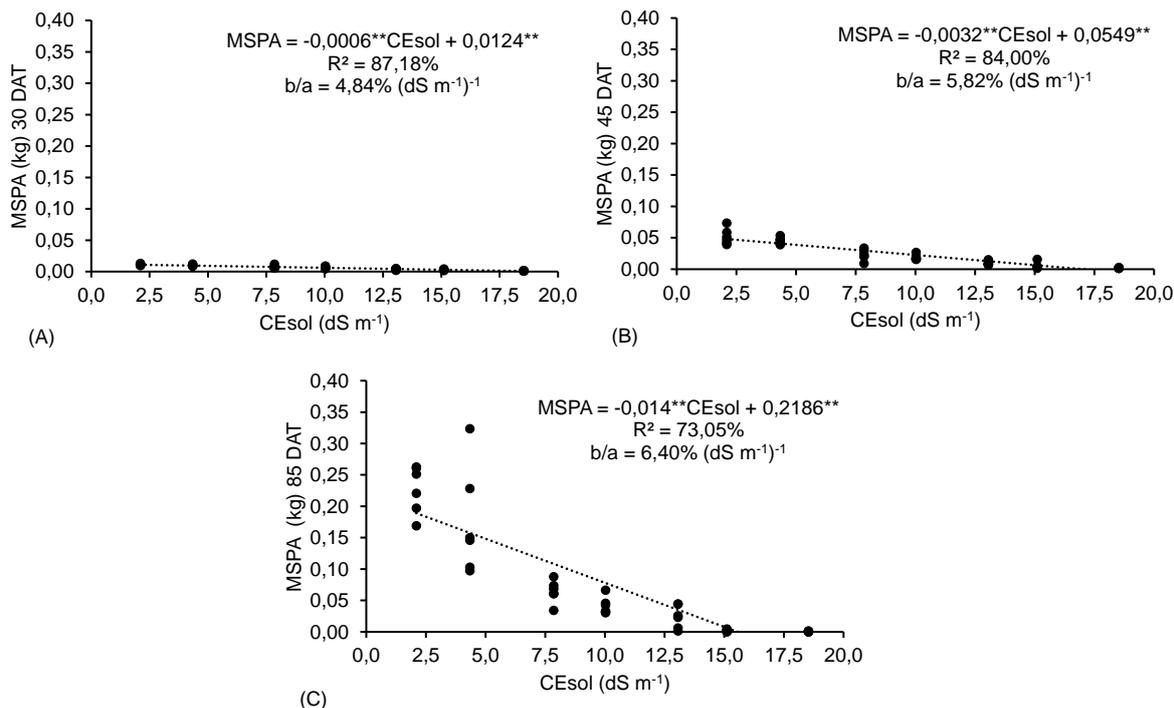


Figura 13. Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) do quiabeiro 'Speedy' alcançada para os diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 30 (A), 45 (B) e 85 (C) dias após o transplântio (DAT).

O quiabeiro 'Speedy' não foi capaz de se ajustar aos efeitos do aumento da condutividade elétrica da solução ao longo do seu desenvolvimento vegetativo.

Dentre as variáveis analisadas para o crescimento vegetativo, o quiabeiro 'Speedy' expressou maior sensibilidade à salinidade em relação à área foliar e o número de folhas aos 85 DAT. Confirmado pelo coeficiente de correlação de Person entre as variáveis analisadas e o acúmulo de massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), para a área foliar (AF), para diâmetro de caule (DC), altura (H) e número de folhas (NF), esses coeficientes foram de 0,9379, 0,8887, 0,8738 e 0,9517, respectivamente (Figura 14).

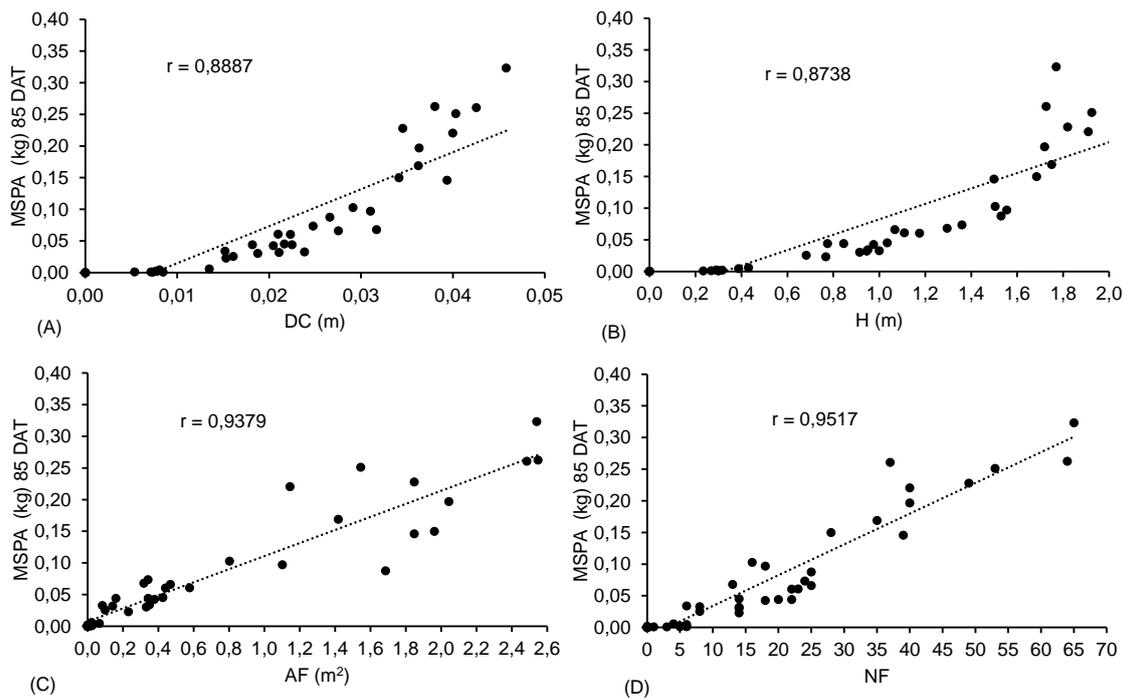


Figura 14. Coeficientes de correlação entre a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e diâmetro de caule (DC), altura (H), área foliar (AF) e número de folhas (NF) ((A), (B), (C) e (D), respectivamente) do quiabeiro ‘Speedy’ aos 85 dias após o transplântio (DAT).

4.2.4 Consumo hídrico

O consumo hídrico por planta obteve uma resposta linear decrescente (Figura 15) em todos os decêndios analisados em relação ao incremento da CEsol, sendo os maiores percentuais de redução 5,97 e 5,92%, respectivamente, nos dois últimos períodos (61-70 DAT) e (71-78 DAT).

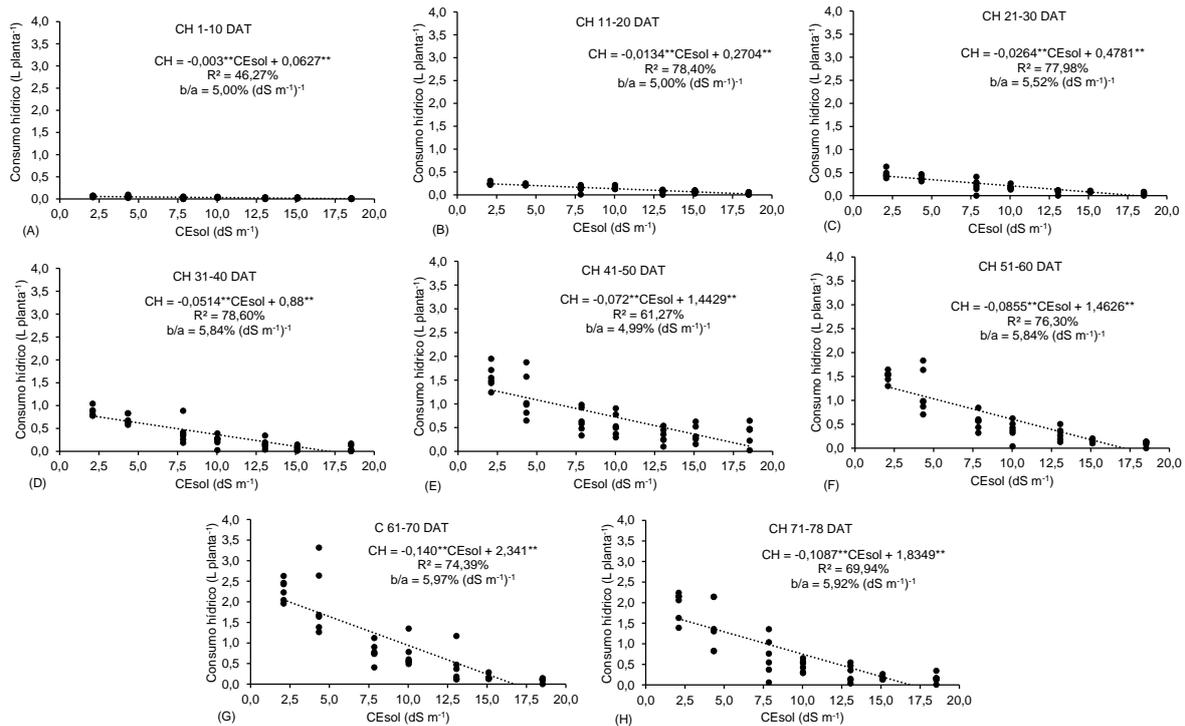


Figura 15. Consumo hídrico do quiabeiro ‘Speedy’ em 8 períodos de 15 dias e em função da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol).

O mesmo comportamento foi encontrado para todo o período do experimento de 85 dias (Figura 16). Nesse caso, o consumo hídrico acumulado do quiabeiro ‘Speedy’ apresentou um decréscimo linear com redução de 5,70% por acréscimo de unidade na condutividade elétrica da solução (dS m⁻¹). Mediu-se que para o tratamento controle, a média do consumo total por planta nas condições analisadas aos 85 DAT seria de 87,5 L planta⁻¹ ou 1,03 L planta⁻¹ dia⁻¹.

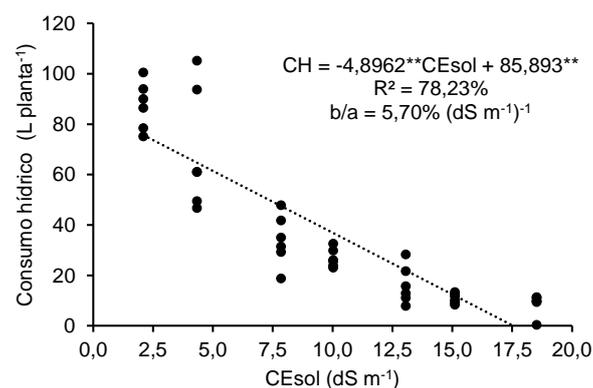


Figura 16. Consumo hídrico do quiabeiro ‘Speedy’ acumulado no período de 1 a 85 dias após o transplante em função da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol).

Hopkins (1999) mostrou que a redução do consumo de água nas culturas pode ser explicada pela dificuldade das raízes em absorverem água, por estarem

submetidas a um meio de cultivo com menor potencial osmótico. Jeyaprabha et al. (2016), para o quiabeiro, evidenciaram a redução na absorção de água pelo efeito osmótico do meio de cultivo, fato agravado pela diminuição da densidade de raízes, prejuízo no processo de turgescência das células radiculares e o reduzido crescimento do comprimento da raiz. Essas variáveis não foram mensuradas no presente trabalho.

O quiabeiro 'Speedy' não manteve altas taxas de crescimento vegetativo, com o aumento da salinidade, o que poderia permitir a planta minimizar os efeitos dos íons que se acumulam nos tecidos como resultado da alta salinidade, conforme defendem Shannon e Grieve (1999). Infere-se que o quiabeiro 'Speedy' não manteve o ajustamento osmótico e conseqüente influxo de água pelas raízes que permitisse às plantas submetidas aos maiores níveis de salinidade manterem influxo igual ao controle, assim como constatado para o pimentão no trabalho de Martínez-Ballesta et al. (2004).

Kaplan e Gale (1972) e Zhu (2001) mostraram que a redução da área foliar e número de folhas foi outra causa da redução do consumo hídrico das culturas em geral submetidas ao estresse hídrico, pois a redução dessas variáveis implica em menor área para transpiração vegetal. Isso foi constatado no presente estudo na análise do crescimento vegetativo do quiabeiro 'Speedy' em relação ao consumo hídrico.

Esses mesmos autores defendem que a redução pode ser também provocada pelo aumento da resistência estomática, que dificulta o fluxo de água pelas células-guarda do estômato, reduzindo significativamente a passagem do vapor de água pelo mesófilo do estômato.

O consumo hídrico dos tratamentos seguiu uma tendência de crescimento durante a realização do experimento (Figura 17) o que pode ser constatado também na variação da ETo de referência (Figura 2). No último decêndio a queda do consumo também foi acompanhada da queda da ETo no mesmo período.

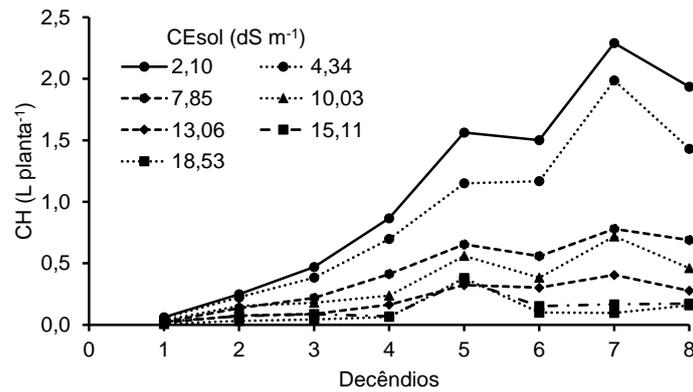


Figura 17. Consumo hídrico por planta do quiabeiro ‘Speedy’ nos oito decêndios do experimento em função da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol).

4.2.5 Produção por planta, produção relativa

Analisando os dados de produção por planta foi possível estabelecer um platô de produção com um valor de condutividade elétrica da solução (CEsol) limiar de 5,43 dS m⁻¹ com um ajuste da equação de 90,54% para o modelo de platô seguido de queda exponencial (Figura 18). Esse modelo foi escolhido pelo melhor ajuste da equação e por melhor explicar o comportamento dos dados.

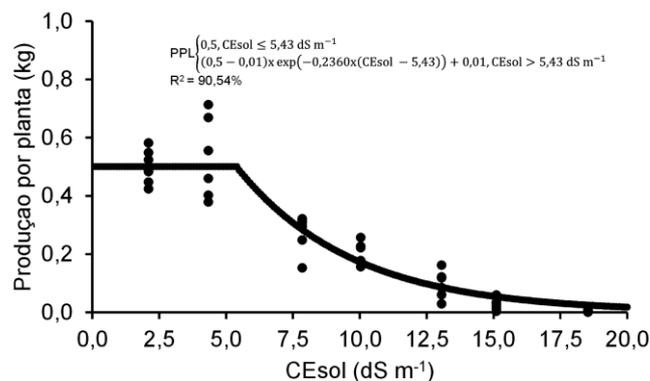


Figura 18. Produção por planta do quiabeiro ‘Speedy’ em relação a condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 85 dias após o transplântio (DAT).

Sedyama et al. (2009) pesquisando a variedade ‘Santa Cruz 47’ e utilizando adubação recomendada para solo e biofertilizante, alcançaram uma produtividade média por planta de 0,650 kg pl⁻¹ para o seu controle (somente adubação) e 0,942 kg pl⁻¹ com a adubação e maior dose de biofertilizante suíno que testaram (48 m³ ha⁻¹) em um período de colheita de 87 dias. Já Oliveira et al. (2003), para a mesma cultivar, conseguiram em torno de 0,840 kg pl⁻¹, para a dose ótima de 150 kg ha⁻¹, num período de colheita de 90 dias.

No presente experimento para o controle (CEsol 2,11 dS m⁻¹) e para a condutividade da solução de 4,34 dS m⁻¹, com 49 dias de colheita, conseguiu-se 53,29% (0,502 kg pl⁻¹) e 56,26% (0,530 kg pl⁻¹), respectivamente, do valor alcançado para a dose ótima por Sedyama et al. (2009), ressaltando que são cultivares diferentes com diferentes tempos de colheita.

O ciclo do quiabeiro é estimado em 90 a 100 dias após a semeadura (DAS), (Jeyaprabha et al. 2016; Índia, 2017). Para a variedade 'Santa Cruz 47' seu desenvolvimento é caracterizado por um período no estágio vegetativo de 0 a 64 dias após a semeadura (DAS), e reprodutivo de 65 a 120 DAS (Galati et al., 2013). Para o quiabeiro 'Speedy', no presente estudo, a produção iniciou-se aos 52 DAS. A Hortíceres (2017) estima o ciclo de produção do quiabeiro 'Speedy' de 45 a 55 dias, sendo que com 49 dias de colheita o quiabeiro 'Speedy' não demonstrava sinais de que poderia parar a produção, para o controle (CEsol 2,11 dS m⁻¹) e solução nutritiva de 4,34 dS m⁻¹. Nesse momento, a estrutura hidropônica montada foi o limitante para a continuação do experimento, com problemas nos orifícios de acomodação das plantas e altura das calhas hidropônicas.

A redução da produção com o aumento da condutividade elétrica teve como umas das causas a redução do crescimento vegetativo como mostrado anteriormente. Unlukara et al. (2008) mostraram a relação da redução da produção, com o acúmulo do íon Cl⁻ nas folhas do quiabeiro, encontrando uma correlação negativa (R = - 0,92). No presente estudo não foi feita a análise de íons tóxicos nos tecidos foliares.

A produtividade esperada com o espaçamento utilizado no presente experimento seria de 3,86 t ha⁻¹, com uma densidade de 7.692 plantas por hectare, valendo ressaltar que o espaçamento utilizado foi adequado à estrutura hidropônica disponível para o experimento.

A Hortíceres (2017) não disponibiliza o valor da produtividade do quiabeiro 'Speedy', porém recomenda uma densidade de plantas que varia de 37.000 a 62.500 plantas por hectare. Dessa forma, de acordo com o valor de produção médio por planta para o controle (CEsol 2,11 dS m⁻¹) de 0,502 kg pl⁻¹, para as condições do experimento, a produção estimada para um hectare seria de 18,57 a 31,36 t ha⁻¹. A produtividade média estimada do quiabeiro 'Speedy' em hidroponia por hectare está de acordo com o esperado para o quiabo em geral, que varia de 20 a 40 t ha⁻¹. Para o Estado de São Paulo em 2008, a produtividade alcançada foi de 14,4 t ha⁻¹ (Donadelli et al., 2010). Outro quiabo híbrido, CV. 'Dardo', da empresa 'Semini', tem

produtividade média esperada de 15 a 20 t ha⁻¹. O quiabeiro ‘Speedy’ em estrutura hidropônica obteve produção semelhante ao cultivo convencional para as condições analisadas e tempo de duração do experimento, mesmo em menor densidade de plantio.

Vale ressaltar que a época de plantio pode ter sido limitante à melhor produção do quiabeiro ‘Speedy’, pois foi cultivado na maior parte no inverno de Cruz das Almas (BA), em que se obteve temperaturas mínimas abaixo dos 18° C, que segundo a empresa Horticeres (2017) são prejudiciais ao desenvolvimento do quiabeiro ‘Speedy’.

Tolerância à salinidade

Para o ajuste dos modelos de tolerância à salinidade, considerou-se para todos os tratamentos salinos a condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) ponderada, já que neste caso é importante considerar a condição real da salinidade na zona radicular, ou seja considerar a condutividade elétrica proporcionada pelo cloreto de sódio (NaCl) e demais sais nutrientes, como proposto por Sonneveld et al. (2004).

O modelo de Maas e Hoffman (1977) (Figura 19) foi ajustado para uma salinidade limiar (SL) de 3,93 dS m⁻¹ e redução relativa de 8,95% para cada acréscimo unitário na CE da solução nutritiva. Caso fosse possível comparar a condutividade elétrica limiar da solução nutritiva hidropônica e do extrato de saturação do solo, a classificação da tolerância à salinidade do quiabeiro ‘Speedy’ utilizando o trabalho de Ayers e Westcot (1989) para esse valor de condutividade elétrica limiar, seria “moderadamente sensível à salinidade” (salinidade limiar entre 1.3 – 3.0 dS m⁻¹).

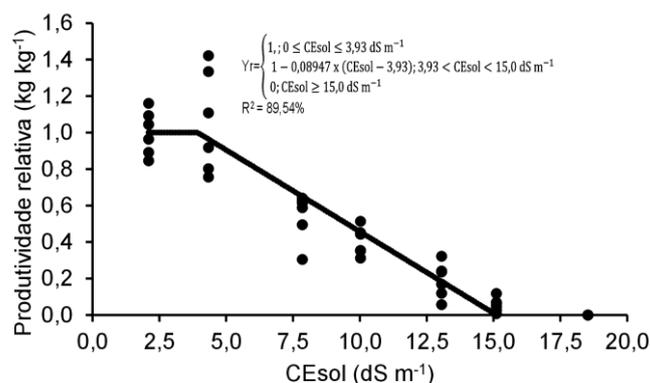


Figura 19. Produção relativa (Yr) do quiabeiro ‘Speedy’ em diferentes níveis de condutividade elétrica na solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias

após o transplântio (DAT), ajustados ao modelo matemático de Maas e Hoffman (1977).

Bione (2017) mostra que a inviabilidade da comparação da condutividade elétrica da solução nutritiva e da condutividade elétrica do extrato saturado se baseia no fato de que a classificação proposta por Ayers e Westcot (1989) é fundamentada no cultivo em solo, baseada na condutividade elétrica aferida no extrato de saturação do solo (CEes) e não na umidade real ao qual a planta foi cultivada, sendo que no cultivo hidropônico a planta é submetida a uma condição de saturação. Assim normalmente no solo a cultura está em uma condição de umidade inferior à capacidade de campo, implicando em uma situação em que a CE real tolerada na rizosfera do solo deve ser maior que a CEes, por efeito de concentração de solutos.

Unlukara et al. (2008) com o mesmo modelo, utilizando o extrato saturado do solo, encontrou o valor de condutividade limiar de 3,48 dS m⁻¹ para o quiabeiro. Pedrosa et al. (1983) e Unlukara et al. (2008) chamam a atenção que existe uma grande variedade de cultivares do quiabeiro que podem responder de formas diferentes em diversas condições climáticas e técnicas de cultivo.

O modelo de platô com queda exponencial obteve condutividade limiar de 5,43 dS m⁻¹, superior ao proposto pelo modelo de Maas e Hoffman (1977), com ajuste superior: R² de 90,43% (Figura 20). Fazendo a mesma ressalva explicada para o modelo de Maas e Hoffman, na classificação usada de Ayers e Westcot (1989), o quiabeiro, com esta salinidade limiar, seria classificado como seria “moderadamente tolerante” (salinidade limiar 3.0 – 6.0 dS m⁻¹). Este modelo com sua condutividade limiar seguida de queda exponencial parece mais ajustado ao que foi observado durante o experimento com o quiabeiro ‘Speedy’, pois o modelo de Maas e Hoffman (1977) não se ajusta adequadamente à valores de produção relativa inferiores a 50%, como ressalvam Ayers e Westcot (1989).

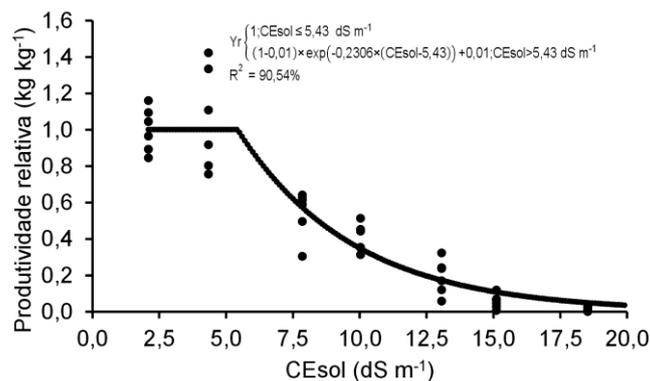


Figura 20. Produção relativa (Yr) do quiabeiro ‘Speedy’ em diferentes níveis de condutividade elétrica na solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT), ajustado ao modelo matemático de platô com redução exponencial.

O modelo de Steppuhn et al. (2005) (Figura 21) não apresenta um valor de salinidade limiar, como os modelos mostrados anteriormente. Este não estabelece a formação de um platô de resposta máxima seguido de queda. Os autores fundamentam seu modelo no conceito da CE50, condutividade elétrica da solução nutritiva que representa redução de 50% da produção obtida do tratamento controle. A CE50 estimada para o quiabeiro ‘Speedy’ em cultivo hidropônico foi aproximadamente 8,76 dS m⁻¹, com declividade média de 0,1668 (dS m⁻¹)⁻¹. Como efeito de comparação no modelo de platô com queda exponencial a CE 50, foi calculada em 8,40 dS m⁻¹ e no modelo de Maas e Hoffman foi de 9,70 dS m⁻¹.

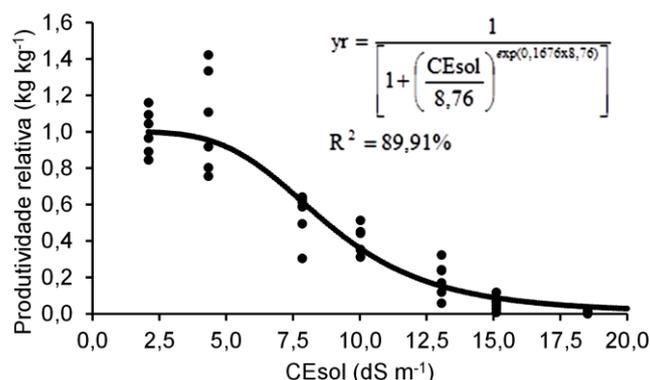


Figura 21. Produção relativa (Yr) do quiabeiro ‘Speedy’ em diferentes níveis de condutividade elétrica na solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT), ajustado ao modelo matemático de Steppuhn (2005).

De acordo com a metodologia de determinação da tolerância à salinidade de uma determinada cultura proposta por Steppuhn (2005), o índice de tolerância à

salinidade do quiabeiro 'Speedy' foi de 10,22. Como base de comparação, ressaltando a limitação de comparação entre a hidroponia e cultivo convencional em solo, o algodão, da mesma família que o quiabeiro (Malvaceae), a CE 50 foi de 16,86 dS m⁻¹, declividade de (0,079 dS m⁻¹)⁻¹ e índice de tolerância de 18,19. Não existem valores definidos para as variáveis analisadas para a cultura do quiabo, ressaltando a importância do presente estudo.

Para o cultivo hidropônico Bione (2017) trabalhando com águas com condutividade entre 0,15 e 6,5 dS m⁻¹ encontrou 8,86 para o índice de tolerância para a pimenteira 'Biquinho' e com declividade (s) de 0,502 (dS m⁻¹)⁻¹. Steppuhn e Raney (2005) testando tolerância à salinidade com valores de condutividade elétrica no intervalo de 1,6 a 27,0 dS m⁻¹, encontraram para a canola cultivada em solução hidropônica valores de declividade (s) de 0,0472 (dS m⁻¹)⁻¹ e do índice de tolerância de 14,93 e para a cevada declividade (s) no valor de 0,0377 (dS m⁻¹)⁻¹ e índice de tolerância de 11,41.

4.2.6 Eficiência do uso da água (EUA)

Para eficiência do uso da água (EUA) (Figura 22), o comportamento, de acordo com os níveis de salinidade, foi explicado por um polinômio do segundo grau, com o máximo da EUA de 7,81 kg m⁻³ para o modelo proposto, referente a condutividade da solução de 7,08 dS m⁻¹.

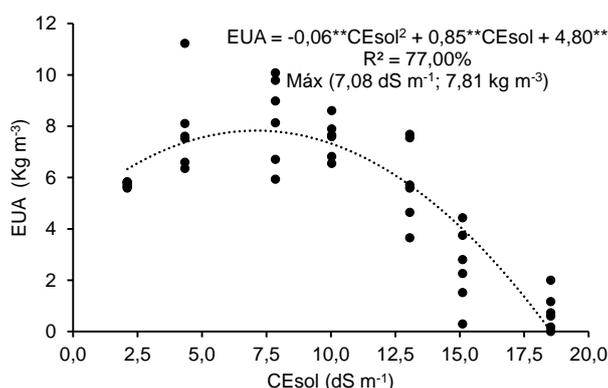


Figura 22. Eficiência do uso da água (EUA) do quiabeiro 'Speedy' (EUA) no período de 1 a 85 dias após o transplante em função da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol).

Outros estudos também mostram aumento da EUA, até certo ponto de condutividade elétrica, a partir do qual a EUA diminui. Isso foi verificado para a alface (Soares, 2007) e coentro (Silva, 2014), em cultivo hidropônico.

Saxena et al. (2008) empregando um sistema de irrigação por gotejamento e utilizando dados da irrigação, obtiveram para o quiabeiro cultivado em solo uma EUA de $4,9 \text{ kg m}^{-3}$ para o tratamento controle de “água doce” ($0,20 \text{ dS m}^{-1}$). Para o quiabeiro ‘Speedy’ cultivado em hidroponia no presente trabalho, a eficiência do uso da água para o controle ($2,11 \text{ dS m}^{-1}$) foi de $5,9 \text{ kg m}^{-3}$, o que pode representar um benefício aparente do uso do NFT no cultivo do quiabeiro.

Os mesmos autores encontraram para a condutividade da água de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ uma redução de 22,44% na EUA em relação ao controle ($0,20 \text{ dS m}^{-1}$). Considerando a equação encontrada, no presente estudo, para a situação de cultivo hidropônico para o nível de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ a EUA estimada seria de $7,76 \text{ kg m}^{-3}$, um acréscimo na eficiência do uso da água em relação ao controle utilizado no experimento, ressaltando que na condição hidropônica as perdas por evaporação são eliminadas por se tratar de um sistema fechado.

A redução percentual média do consumo hídrico até a condutividade de $7,08 \text{ dS m}^{-1}$ foi de 40,36% (Figura 16) enquanto que a produção relativa, pelo modelo de platô seguido de redução exponencial (Figura 20), obteve uma redução de 31,93%, o que explica a curva crescente até esse ponto. A partir do máximo encontrado, a redução média percentual do consumo hídrico foi de 67,37% (Figura 16) e o da produção de 94,86% (Figura 20), evidenciando a curva decrescente da EUA do quiabeiro ‘Speedy’ a partir desse ponto.

4.2.7 Qualidade dos frutos

Para a massa fresca de um fruto não houve diferença estatística entre os tratamentos testados, com uma média de $0,01117 \text{ kg}$ (Figura 23). Estimando o valor médio da massa do fruto, os autores Sedyama et al. (2009), encontraram o valor de $0,0204 \text{ kg}$ para a variedade ‘Santa Cruz 47’. Não há um padrão para a massa do fruto do quiabeiro. As variáveis mais importantes nessa questão são o comprimento e o diâmetro do fruto (Pedrosa, 1983).

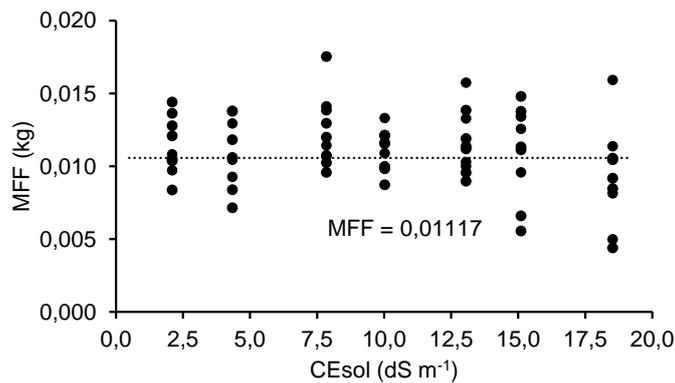


Figura 23. Massa fresca de um fruto (MFF) do quiabeiro Speedy' em relação à condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplantio (DAT).

Analisando a qualidade dos frutos, para a variável comprimento do fruto (CF), a redução percentual por acréscimo unitário da condutividade elétrica da solução (dS m^{-1}) foi de 1,53% (Figura 24). Mesmo para a maior CEsol testada, o comprimento do fruto ficou dentro do padrão definido para a classe 6 da CEAGESP (2001), que varia entre 0,06 e 0,15 m. Desse forma, os quiabos estariam aptos para serem comercializados. A média do comprimento dos frutos até a condutividade elétrica da solução de $15,11 \text{ dS m}^{-1}$ foi compatível com o indicado pela empresa Horticerres, que variou de 0,10 a 0,12 m.

A média do diâmetro do fruto para as condutividades elétricas da solução analisadas foi de 0,01482 m. Ficou fora da classificação proposta por Pedrosa et al. (1983) para o quiabeiro, que varia de 0,0190 a 0,036 m. Também divergente do valor encontrado por Costa (2014) para quiabeiro 'Santa Cruz 47' irrigado com água doce, de 0,01658 m, mas compatível com os valores de 0,0139 e 0,0142 m encontrados por Silva e Montenegro (1993) para as cultivares 'Santa Cruz 47' e 'Liso Míudo', respectivamente. No presente estudo, o valor médio de 0,01482 m encontrado está próximo ao proposto pela Horticerres (2017): 0,015 a 0,020 m. Pedrosa et al. (1983) e Unlukara et al. (2008) chamam a atenção que essa variação na configuração dos frutos pode ser explicada pelo cultivo de uma grande variedade de espécies em diferentes condições climáticas e técnicas de cultivo.

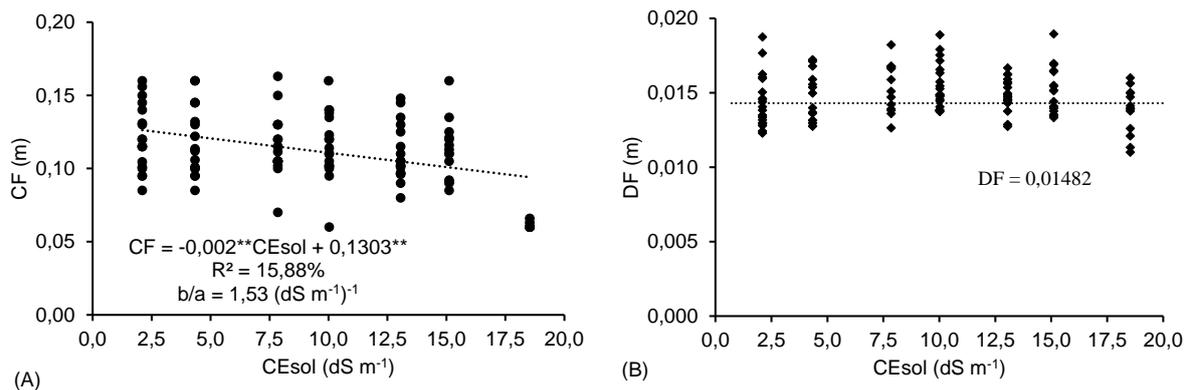


Figura 24. Comprimento do fruto (CF) (A) e diâmetro do fruto (DF) (B) do quiabeiro 'Speedy' em relação à condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT).

A espessura da parede do fruto (EPF) (Figura 25) também não obteve efeito significativo com o incremento da condutividade elétrica da solução (CEsol): a média foi de 0,00215 m para todos os tratamentos. Esse comportamento também foi encontrado por Bione (2017) para os frutos de pimenta 'biquinho' e Viana et al. (2012) para o maracujazeiro, diferindo de Amor et al. (1999) que encontraram uma redução significativa para a espessura do fruto do mamoeiro com o acréscimo da CEa de irrigação.

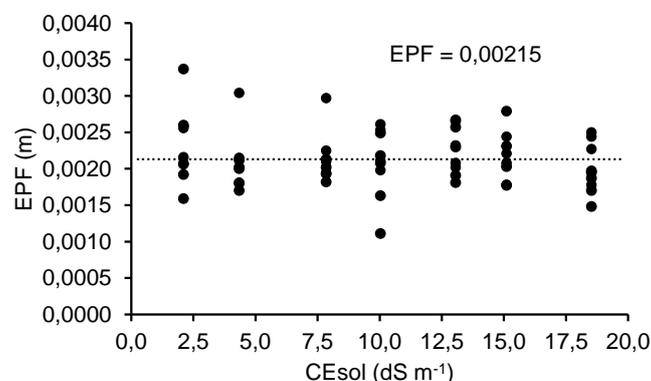


Figura 25. Espessura da parede do fruto (EPF) 'do quiabeiro Speedy' em relação à condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT).

Navarro et al. (2002) estudando pimentão em hidroponia, identificaram redução significativa da parede do fruto estudando três níveis de condutividade elétrica da água (0,0; 1,5 e 3,0 dS m⁻¹) e atribuíram esse fato ao teor de água presente nos frutos, principalmente na fase de expansão celular e alongamento celular. Infere-se que o quiabeiro 'Speedy' foi capaz de alocar água para seus frutos, garantindo a

turgescência necessária para o alongamento e formação da parede do fruto. Como visto anteriormente os parâmetros mais importantes para a qualidade do fruto são o seu comprimento e diâmetro, porém a espessura da parede é importante para seu cozimento no preparo dos pratos quais têm a presença do quiabo.

Os resultados mostram que o incremento da condutividade elétrica da solução não interfere nas características de massa fresca, diâmetro e espessura para qualidade do fruto do quiabeiro 'Speedy', e provoca a redução unitária, por incremento de condutividade elétrica da solução, do comprimento do fruto de apenas 1,53%. Isso demonstra, como defendem os autores Unlukara et al. (2008), que os frutos são a parte do quiabeiro menos afetada pelos efeitos da salinidade, o que sugere um certo nível de tolerância nessa parte da planta. Isso reflete comportamento antagônico ao verificado na produção por planta como discutido anteriormente. A manutenção dos atributos de qualidade do fruto é importante porque é a parte comercial e que será vendida ao consumidor final.

Analisando a dispersão dos dados do comprimento e diâmetro do fruto variáveis mais importantes para a comercialização do fruto (Pedrosa, 1983) (Tabela 2), percebe-se que para essas variáveis não houve grande variação e nem tendência de acréscimo com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol). Ratificando a ideia que a salinidade não afeta diretamente os atributos de qualidade do quiabeiro 'Speedy'.

Tabela 2. Comprimento do fruto (CF) e diâmetro do fruto (DF) do quiabeiro 'Speedy', submetido a diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAP)

		CEsol (dS m ⁻¹)						
		2,11	4,34	7,85	10,03	13,06	15,11	18,53
CF	Média	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,06
	DP*	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
	CV* (%)	15,99	20,70	14,16	20,08	18,79	21,03	2,99
DF	Média	0,014	0,015	0,016	0,015	0,014	0,016	0,014
	DP*	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
	CV* (%)	9,417	13,195	8,768	9,159	8,683	11,814	17,472

* DP – Desvio padrão, CV – Coeficiente de variação

4.2.8 Índice de precocidade

Com a análise dos dados foi possível estabelecer um platô seguido de uma linear crescente para o índice de precocidade em relação à condutividade elétrica da

solução (CEsol) utilizada (Figura 26). A salinidade limiar foi $9,41 \text{ dS m}^{-1}$ com acréscimo relativo do índice de $4,51\%$ para cada acréscimo unitário de CEsol. O índice de precocidade do quiabeiro ‘Speedy’ mostra que o quiabeiro antecipa sua produção em resposta a níveis de condutividade elétrica da solução mais elevados (a partir de $9,41 \text{ dS m}^{-1}$).

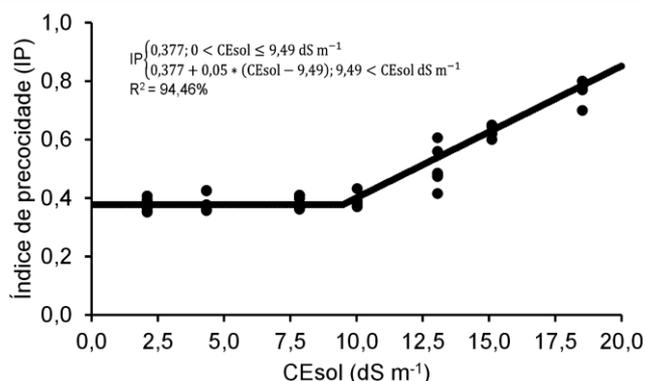


Figura 26. Índice de precocidade (IP) do quiabeiro ‘Speedy’ em diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) aos 49 dias de colheita e 85 dias após o transplântio (DAT).

No caso do quiabeiro ‘Speedy’, a condutividade elétrica mais elevada fez com que este antecipasse seu ciclo reprodutivo como forma de adaptação ao estresse salino ao qual estava submetido. Willadino e Camara (2010) falam que a aclimação de um vegetal consiste no ajuste de um organismo individual em resposta a variações de fatores ambientais e que durante esse processo o vegetal altera seu metabolismo e conseqüentemente sua homeostase para se acomodar a mudanças ambientais externas, sendo uma resposta fenotípica a diferentes combinações de características ambientais.

O incremento da condutividade elétrica da solução (dS m^{-1}) antecipou a produção do quiabeiro ‘Speedy’, porém sem efeitos positivos, como verificado para o tomateiro por Noshadi et al. (2013). Também foi contrário aos resultados com pimenta ‘Biquinho (Bione, 2017), em que o aumento da CEsol provocou um atraso na colheita em relação ao controle.

Alguns dos efeitos positivos do aumento do índice de precocidade segundo Mattedi et al. (2017) são: potencial de antecipação de florescimento, colheitas mais precoces, ampliação do tempo de frutificação e do número de frutos por planta. Para o quiabeiro ‘Speedy’ não se verificou qualquer dessas vantagens citadas, com o

aumento do índice de precocidade em resposta a elevação dos níveis da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol).

5. CONCLUSÕES

A área foliar e o número de folhas do quiabeiro foram as variáveis biométricas mais afetadas pelo incremento da condutividade elétrica da solução.

O fruto é a parte do quiabeiro menos afetada pelo incremento da condutividade elétrica da solução nutritiva, não devendo ser fator restritivo à sua comercialização.

A salinidade limiar para da solução nutritiva para o modelo de platô com redução exponencial do quiabeiro 'Speedy' em cultivo hidropônico foi de 5,43 dS m⁻¹.

A calha com diâmetro nominal de 0,075 m não foi adequada para o cultivo hidropônico do quiabeiro 'Speedy'.

O orifício de acomodação de 0,05 m na calha não foi adequado para o cultivo do quiabeiro 'Speedy' em sistema hidropônico.

A eficiência do uso da água obteve seu valor máximo 7,81 kg m⁻³ na condutividade elétrica da solução de 7,08 dS m⁻¹.

O consumo hídrico médio diário do quiabeiro 'Speedy' por planta foi 1,03 L para a condição não salina, em cultivo hidropônico.

REFERÊNCIAS

- ABEBE, T.; GUENZI, A.C.; MARTIN, B.; CUSHMAN, J.C. Tolerance of mannitol-accumulating transgenic wheat to water stress and salinity. **Plant Physiology**, v.131, n.4, p.1748-1755, 2003.
- ALMEIDA, O. A. **Informações meteorológicas do CNP**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA CNPMF. 1999. 35p. (EMBRAPA CNPMF. Documentos, 34).
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2010. 234p.
- ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- AMOR, F. M. Del.; MARTINEZ, V.; CERDÁ, A. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon plants in perlite. **Hortscience**, v.34, n.7, p.1234-1237, 1999.
- AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Rome. FAO, Food and agriculture organization of the United Nations. Irrigation and Drainage Paper. n. 29, 1989. 97p.
- BARBIERI, E.; MELO, D.J.F.; ANDRADE, L.F.; PEREIRA, E.W.L.; COMETTI, N.N. Condutividade elétrica ideal para o cultivo hidropônico de alface em ambiente tropical. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.303-308, 2010.
- BENOIT, F. **Practical guide for simple soilless cultures techniques**. Sint-Katelijne-Waver: European Vegetable R & D center. 1992. 72p.
- BIONE, M. A. A.; PAZ, V. P. S.; RIBAS, R. F.; SOARES, T. M. Crescimento e produção de manjeriço em sistema hidropônico NFT sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.12, p.1228-1234, 2014.
- BIONE, M.A.A. **Cultivo hidropônico de pimenteira 'biquinho' com águas salobras**. Cruz das Almas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2017. 135p. Tese.
- BLUMWALD, E. Sodium transport and salt tolerance in plants. **Current Opinion in Cell Biology**, v.12, n.4, p431-434, 2000.
- BORGES, T. Caruru com sotaque: mais da metade dos ingredientes do prato vêm de outros estados. **Correio da Bahia**. 22 setembro 2017 Disponível em: <http://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/caruru-com-sotaque-mais-da-metade-dos-ingredientes-do-prato-vem-de-outras-estados>. Acesso em 02/10/2017.
- BRESLER, E., McNEAL, B. L., CARTER, D. L. **Saline and sodic soils**, Springer, Berlin. 1982. 236p.
- CEAGESP - Centro de Qualidade em Horticultura. **Programa Brasileiro para melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros**. Classificação do quiabo (*Abelmoschus esculentus Moench*), 2001. 2p.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 08 de agosto de 2017.

COSTA, R.A. **Cultura do quiabo submetida a lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação em tanque classe A**. Botucatu. Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP. Tese. 2014. 41p.

DE OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; DA SILVA, J. A.; PÔRTO, M. L.; ALVES, A. U. Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.25, n.2, p.265-268, 2003.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza. INCTSal, p.129-141. 2010.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.755-761, 2010.

DKHIL, B.B.; DENDEN, M. Effect of salt stress on growth, anthocyanins, membrane permeability and chlorophyl fluorescence of Okra (*Abelmoschus esculentus* L) seedlings. **American Journal of Plant Physiology**, v.7, n.4, p.174-183, 2012.

DONADELLI, A.; TURCO, P.H.N.; KANO, C.; TIVELLI, S.W.; PURQUERIO, L.F.V. Rentabilidade e custo de produção do quiabeiro consorciado com adubos verdes. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.411-415, 2010.

DUARTE, S. N.; SILVA, Ê.F.; MIRANDA, J. H. de; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de; COSTA, R. N. T. **Fundamentos de drenagem agrícola**. Instituto Nacional de Ciência em Tecnologia em Salinidade (INCTSal). Fortaleza, 2015. 356p.

EDELSTEIN, M.; PLAUT, Z.; BEN-HUR, M. Sodium and chloride exclusion and retention by non-grafted and grafted melon and Cucurbita plants. **Journal of experimental botany**, v. 62, n. 1, p. 177-184, 2010.

EMPRESA BAIANA DE ALIMENTOS S.A (EBAL) **Boletim Anual de Comercialização dos Hortifrutigranjeiros-2016**. Salvador. 2017.

ESTEVES, B.S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Australis**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.

FAVARIN, J. L.; DOURADO NETO, D.; GARCIA Y GARCIA, A.; VILLA NOVA, N. A.; GRAÇA, M.; FAVARIN, G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.769-773, 2002.

FEDIORA, N. H.; EDEOGA, H. O.; OMOSUN, G. Effects of salinity on the growth and viscosity of fruits of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). **International Journal of Current Agricultural Research**, v.1, n.7, p.81-84, 2014.

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**, v.7, n.4, p.108-113, 2012.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV. 2008. 421p.

FIORAVANÇO, J. C. Precocidade de produção de cultivares de macieira sobre dois porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.3, p.676-684, 2015.

FLOWERS, T. J.; TROKE, P.; YEO A. R. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, n.1, p.89-121, 1977.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Status of the world's soil resources**: Main report. Rome, FAO, 2015. 608p.

FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia-NFT**. Campinas: IAC, 1998. 30p. (IAC. Boletim Técnico, 168).

FURLANI, P.R.; BOLONHEZI, P.; SILVEIRA, L.C.P; FAQUIN, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200/201, p.90-98, 1999a.

FURLANI, P.R; SILVEIRA, L.C.P; BOLONEHZI, P.; FAQUIN, V. Estruturas para o cultivo hidropônico. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200/201, p.72-80, 1999b.

GALATI, V. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; ALVES, A. U. Crescimento e acúmulo de nutrientes da cultura do quiabeiro. **Revista Semina**, v.34, n.1, p.191-200, 2013.

GERVÁSIO, E.S.; CARVALHO, J.A.; SANTANA, M.J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.125-128, 2000.

GONZALEZ-SANPEDRO, M. C.; TOAN, T. LE; MORENO, J.; KERGOAT, L.; RUBIO, E. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v.112, n.3, p.810-824, 2008.

GOTA, R.; COSTA, P.C. Cultivo de hortaliças de flores em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200/201, p.69-71, 1999.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Plant Physiology**, v.31, n.1, p.149-190, 1980.

HOPKINS, G.W. **Introduction to plant physiology**, New York: John Wiley & Sons, 1999. 512p.

HORTIBRASIL. **A evolução do Volume e do Preço do Quiabo na CEAGESP de 2001 a 2012**. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/154-artigos/1088-a-evolucao-do-volume-e-do-preco-do-quiabo-na-ceagesp-de-2001-a-2012.html>. Acesso em: 18/09/2017.

HORTICERES SEMENTES, **Quiabeiro 'Speedy'**. Disponível em: <http://www.horticeres.com.br/produtos/outras/quiabo/quiabo-speedy>. Acesso em: 22/04/2017.

ÍNDIA. **Séries of crops specific biology documents. Biology of Okra**. Ministry of Environment and Forests, Department of Biotechnology. Disponível em: <http://dbtbiosafety.nic.in/guidelines/okra.pdf>. Acesso em: 02/10/2017.

IYENGAR, E.R.R.; REDDY, M.P. Photosynthesis in high salt-tolerant plants. In: **Hand book of photosynthesis**, M. PESSERKALI (ed.), Marshal Dekar, Batn Rose; USA, 1996. p.56-65.

JANDEL SCIENTIFIC. Table curve: curve fitting software. Corte Madera; Jandel Scientific. 1991.

JENNINGS, D.H. The effects of sodium chloride on higher plants. **Biological Reviews**, v.51, n.13, p.453-486, 1976.

JEYAPRABA, J.; MAHENDRAN, S.; SUJIRTHA, N. Growth physiology and membrane permeability of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedlings as affected by salinity. **International Journal of Plant & Soil Science**, v.9, n.5, p.1-5, 2016.

KAPLAN, A.; GALE, J. Effect of sodium chloride salinity on the water balance of *Atliplex halimus*. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.25, n.5, p.895-903, 1972.

MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.H. Crop salt tolerance - current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division of ASCE**, v.103, n.2, p.115-134, 1977.

MACIEL, M.; P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.165-172, 2011.

MAHMOUD, A. A.; MOHAMED, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v.4, n.5, p.520-528, 2008.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MARROQUÍN, D.S.; LECONA-GUSMÁN, C.A.; CANTO-FLICK, A.C.; BELLO-BELLO, J.; SANTANA-BUZZY, N. In vitro selection of a Salt-tolerant embryogenic line in Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). **Hortscience**, v.46, n.12, p.1666-1671, 2011.

MARTÍNEZ-BALLESTA, M.C.; MARTÍNEZ, V.; CARVAJAL, M. Osmotic adjustment, water relations and gas exchange in pepper plants grown under NaCl or KCl. **Environmental and Experimental Botany**, v.52, n.2, p.161-174, 2004.

MARTINEZ, H. E. P.; SILVA FILHO, J. B. da. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. 3 ed. rev. Viçosa: UFV, 2006. 111p.

MASIH, S. N.; KUMAR, A.; KUMAR, P. Salt tolerance of okra (*Abelmoschus esculentus* L. cv. Pusa Sawni.) **East African Agricultural and Forestry Journal**, v.44, n.2, p.171-174, 1978.

MASSOLA, J.R; BEDENDO, N.S.; Doenças do quiabeiro. In: KIMATI, H; AMORIN, I.; REZENDE, J.A.M.; GERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, I.E.A. **Manual de fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo. v.2. ed.4 Editora Agronômica Ceres LTDA. 2005. 542p.

MATTEDI, A. P.; LAURINDO, B. S.; DA SILVA, D. J. H.; GOMES, C. N.; BHERING, L. L.; DE SOUZA, M. A. Estabilidade de híbridos de quiabeiro com base em descritores agronômicos de interesse econômico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.7, n.2, p.31-36, 2017.

MITTOVA, V.; TAL, M.; VOLOKITA, M.; GUY, M. Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species but not in the cultivated species. **Physiologia Plantarum**, v.115, n.3, p.393-400, 2002.

MUNNS, R., TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Plant Biologic**, v.59, n.1, p.651-681, 2008.

NASCIMENTO, P. S.; PAZ, V. P. S.; FRAGA JÚNIOR, L. S.; COSTA, I. P. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Colloquium Agrariae**, v.13, n.1, p.10-15, 2017.

NAVARRO, J.M.; GARRIDO, C.; CARVAJAL, M.; MARTINEZ, V. Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.77, n.1, p.52-57, 2002.

NOSHADI, M.; FAHANDEJ, S.; SEPASKHAH, A.R. Effects of salinity and irrigation water management on soil and tomato in drip irrigation. **International Journal of Plant Production**, v.7, n.2, p.295-312, 2013.

PAULUS, D; PAULUS E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v.59, n.1, p.110-117, 2012.

PEDROSA, J.F.; MIZUBUTI, A.; CAMPOS, J.P de. Caracterização morfológica de introduções de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.). **Horticultura Brasileira**, v.1, n.1, p.14-23, 1983.

PEREIRA, P.R.G; MARTINEZ, H.E.P. Produção de mudas para o cultivo de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200/201, p.81-89, 1999.

RAVIV, M; LIETH, J.H. **Significance of soilless culture in agriculture**. Cap1. Soilless Culture. 2008. 11p.

RESH, H.M. **Cultivos Hidropônicos: nuevas técnicas de producción**. 3 ed. Madri: Mundi-Prensa. 1992. 369p.

RODRIGUES, L.R.F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 726p.

RONTEIN, D; BASSET, G; HANSON, A.D. Metabolic engineering of osmoprotectants accumulation in plants. **Metabolic Engineering**, v.4, n.1, p.49-56, 2002.

SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA E. F. F.; DAVID. J. R. SILVA; MONTENEGRO A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.961-969, 2010.

SAXENA, C.K.; GUPTA, S.K.; PUROHIT, R.C.; BHAKA, S.R.; UPADHYAY, B. Performance of okra under drip irrigation with saline water. **Journal of Agricultural Engineering**, v.50, n.4, p.72-75, 2013

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. dos; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, v.68, n.4, p.913-920, 2009

SHANNON, M.C.; GRIEVE, C.M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, n.1-4, p.5-38, 1999.

SILVA, M. G; SOARES, T. M.; OLIVEIRA, I. S.; SANTOS, J. C. S.; PINHO, J. S.; FREITAS, F. T. O. de. Produção de coentro em hidroponia NFT com o uso de águas salobras para reposição do consumo evapotranspirado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, n.4, p.246-258, 2015.

SILVA, M.G. **Uso de água salobra e frequência de recirculação de solução nutritiva para produção de coentro hidropônico**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Dissertação, 2014. 185p.

SILVA, P.S.L.; MONTENEGRO, E.E. Alterações no desenvolvimento do quiabeiro resultantes da supressão de frutificação. **Horticultura Brasileira**, v.11, n.1, p.35, 1993.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; MELO, R. F.; JORGE, C.A.; OLIVEIRA, A. S. Experimental structure for evaluation of saline water use in lettuce hydroponic production. **Irriga**, v.14, n.1, p.102-114, 2009.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; JORGE, C.A. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.705-714, 2010.

SOARES, T.M.; SILVA, E.F.F.; DUARTE, S.N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-MARIA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, v.12, n.2, p.235-248, 2007.

SONNEVELD, C. La nutrición mineral y salinidad en los cultivos sin suelo: su manejo. In: GAVILÁN, M.U. cap.8, p.305-367. **Tratado de cultivo sin suelo**. Madrid: Mundi Prensa. 2004.

SOUSA, A. P. B.; LIMA, F. G. S.; LIMA, A. de. Propriedades nutricionais do maxixe e do quiabo. **Revista Saúde em Foco**, v.2, n.1, p.113-129, 2015.

STEPPUHN, H.; VAN GENUCHTEN, M. T.; GRIEVE, C. M. Root-zone salinity: I. Selecting a product – yield index and response function for crop tolerance. **Crop Science**, v.45, n.1, p.209-220, 2005.

STEPPUHN, H.; RANEY, J. P. Emergence, height, and yield of canola and barley grown in saline root zones. **Canadian Journal of Plant Science**, v.85, n.4, p.815-827, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

ÜNLÜKARA, A.; KURUNÇ, A.; KESMEZ, G. D.; YURTSEVEN, E. Growth and evapotranspiration of okra (*Abelmoschus Esculentus* L.) as influenced by salinity of irrigation water. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering of ASCE**. v.134, n.2, p.160-166, 2008.

VIANA, P.C.; LIMA, J.G.A.; ALVINO, F.G.C; SOUSA JUNIOR, J. R. de; GOMES, E.C.; VIANA, K.C. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de maracujazeiro-amarelo. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.1, p.45-50, 2012

VIANA, S.B.A; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T. Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.23-30, 2004.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p.1-23, 2010.

ZHU, J.K. Plant salt tolerance. **Trends in Plant Science**, v.6, n.2, p.66-71, 2001.