

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CULTURA DO QUIABO SUBMETIDA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO
POR GOTEJAMENTO EM FUNÇÃO DA EVAPORAÇÃO EM TANQUE
CLASSE A**

REINALDO ADRIANO COSTA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia/Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU - SP
FEVEREIRO, 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CULTURA DO QUIABO SUBMETIDA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO
POR GOTEJAMENTO EM FUNÇÃO DA EVAPORAÇÃO EM TANQUE
CLASSE A**

REINALDO ADRIANO COSTA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Helena Moraes

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia/Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU - SP
FEVEREIRO, 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CULTURA DO QUIABO SUBMETIDA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO
POR GOTEJAMENTO EM FUNÇÃO DA EVAPORAÇÃO EM TANQUE
CLASSE A

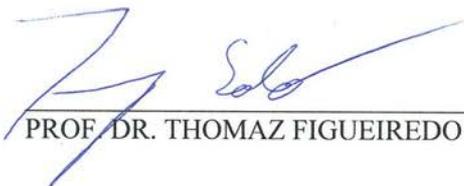
ALUNO: REINALDO ADRIANO COSTA

ORIENTADORA: PROFa DRa MARIA HELENA MORAES

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFa DRa MARIA HELENA MORAES



PROF. DR. THOMAZ FIGUEIREDO LOBO



PROF. DR. ANTÔNIO DE PÁDUA SOUSA



PROF. DR. PEDRO ROGÉRIO GIONGO



PROFa DRa CAROLINA FERNANDES

Data da Realização: 05 de fevereiro de 2014

DEDICATÓRIA

À minha esposa Patrícia, ao meu filho João Pedro, aos meus pais João José e Maria Sebastiana, aos meus irmãos, sobrinhos e amigos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sua presença constante.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Irrigação e Drenagem, pela oportunidade e suporte oferecidos.

À Prof^a. Dr^a Maria Helena Moraes, pelas orientações e ensinamentos, amizade, incentivo e contribuição para meu crescimento profissional.

Aos Professores da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), em especial: Sérgio Lázaro de Lima, Antônio de Pádua Souza, Raimundo Leite Cruz, Antônio Evaldo Klar, João Luís Zocoler, João Carlos Curi Saad, Eduardo Luiz de Oliveira, Roberto Lyra V. Bôas, enfim à todo corpo docente.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos no programa de Doutorado.

Aos funcionários da FCA, especialmente Pedrinho, Noel. Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Marlene e Jaqueline apoio durante o curso.

Aos funcionários dos laboratórios, técnicos administrativos, secretários (as) pela amizade e serviços prestados.

Aos amigos e familiares, em especial: Pedro Rogerio, Higor Fernandes, Rogério Alves, Roldão Francisco, Ricardo Lambert, Andreia Borges, Sergio Eduardo, Alessandro Marques, Clarice Backes, Maciel Pereira, Maria Eunice, Elialdo, Romilda, Felipe, Artur, Vitória, Mariana, Junior José, Maria Isabela Raphael Mathias, Sílvio, Luciene Lemos, Liza, Ana Luiza, Tonin, Franciele, Cláudio, Marcela, Artur Gabriel, Andréa, Fernando, Isabela, Julia, Luíz Bagaceira, Lucimeire, Leandro (Alien Man), Durval, Luciene, Dener e Marianna, Cida, Cristiana, Sr^a Marlene, In memória seu Pedro, enfim todos que compartilharam esses bons momentos durante estes quatro anos.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1- RESUMO.....	1
2- ABSTRACT.....	2
3- INTRODUÇÃO.....	3
4- REVISÃO BIBLIOGRAFICA	5
4.1- Cultura do quiabeiro.....	5
4.2- Demanda hídrica da cultura do quiabeiro.....	6
4.3- Irrigação por gotejamento.....	8
4.4- Manejo da irrigação em hortaliças.....	9
4.5- Respostas de hortaliças à irrigação por gotejamento.....	10
4.6- Parâmetros vegetativos.....	10
4.6.1- Parâmetros produtivos.....	10
4.6.2- Eficiência do uso da água em hortaliças.....	11
5- MATERIAL E METODOS.....	13
5.1- Área experimental.....	13
5.2- Delineamento experimental.....	14
5.3- Produção de mudas.....	15
5.4- Adubação, calagem e transplante das mudas.....	16
5.5- Sistema e manejo da irrigação.....	17
5.6- Parâmetros avaliados.....	19
5.6.1- Diâmetro médio de frutos.....	19
5.6.2- Produtividade.....	19
5.6.3- Comprimento médio dos frutos.....	19
5.6.4- Altura média de plantas.....	20
5.6.5- Diâmetro médio de caule.....	21
5.6.6- Número de brotações laterais.....	21
5.6.7- Massa úmida da parte aérea.....	21
5.6.8- Massa úmida da raiz.....	22
5.6.9- Massa seca da parte aérea.....	22
5.6.10- Massa secada raiz.....	22
5.6.11- Eficiência do uso da água.....	22
6 – RESULTADO E DISCUSSÃO.....	23
6.1- Água aplicada.....	23
6.2 - Balanço hídrico do experimento durante o ciclo reprodutivo.....	24
6.3- Resumo da análise de variância das características agronômicas.....	25
6.3.1- Diâmetro médio dos frutos de frutos.....	25
6.3.2- Comprimento médio dos frutos.....	27
6.3.3- Brotações laterais.....	28
6.3.4- Diâmetro médio de caule.....	29
6.3.5- Altura média de planta.....	30
6.3.6- Produção média por planta.....	31

6.3.7- Produtividade do quiabeiro.....	32
6.3.8- Eficiência no uso da água pelo quiabeiro.....	33
6.4- Resumo da análise de variância do sistema radicular.....	34
6.4.1- Massa úmida da parte aérea da planta.....	35
6.4.2- Massa seca da parte aérea da planta.....	36
6.4.3- Massa úmida do sistema radicular.....	37
6.4.4- Massa seca do sistema radicular.....	38
7- CONCLUSÃO.....	40
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resultado da análise de solo, coletado na área experimental, Santa Helena, 2012.....	16
2	Resumo da análise de variância para as variáveis, diâmetro de fruto (DF), comprimento de fruto (CF), peso de fruto (PF), diâmetro de caule (DC), altura de planta (AP), número de brotações laterais (NB) e produtividade (PROD) do quiabeiro em função das equações de regressão linear (R.L.), regressão quadrática (R.Q.), e regressão cúbica (R.C.).....	25
3	Resumo da análise de variância para as variáveis, Massa Úmida da Parte Aérea (MUPA), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Úmida de Raízes (MUR), Massa Seca de Raízes (MSR), do quiabeiro em função das equações de regressão linear (RL), regressão quadrática (RQ), e regressão cúbica (RC).....	35

LISTA DE FIGURA

Figura		Pág.
1	Representação ilustrativa do experimento em campo, Santa Helena Goiás, 2012.....	15
2	Visualização dos tubetes com as plantas de quiabeiro em estágio inicial. 2A Vista das mudas em perfil e 2 B, vista superior das mudas...	15
3	Visualização das covas e do transplante das mudas de quiabeiro. 3A, mudas já plantadas e. 3B, covas abertas prontas para receber as mudas das bandejas.....	16
4	Ilustração de adubos e adubação sendo realizadas nas covas de plantio do quiabeiro. 4A, Adubação potássica na cova; 4B adubação fosfatada na cova; 4C Nitrogênio e Fósforo nos baldes e 4D potássio.....	17
5	Ilustração do sistema de irrigação instalado junto a cultura do quiabeiro	18
6	Determinação do diâmetro do fruto, com o paquímetro digital	19
7	Determinação do comprimento do fruto, com a régua de acrílico graduada.....	20
8	Aferição da altura de planta, com a auxílio de régua graduada de madeira.....	20
9	Aferição do diâmetro de caule, com o auxílio de paquímetro graduado	21
10	Lâmina de água aplicada durante o ciclo do quiabeiro contabilizando a irrigação e a precipitação.....	23
11	Dados de evaporação do tanque de classe A em mm, e precipitação em mm, de acordo com o período de ocorrência do experimento.....	23
12	Média do diâmetro do fruto do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.....	26
13	Média do comprimento do fruto do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.....	27
14	Número de brotações laterais do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.....	28
15	Diâmetro médio do caule do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.....	29
16	Altura média das plantas do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.....	30
17	Produção média por planta do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.....	31
18	Produtividade do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.....	32
19	Eficiência do uso de água na produção de quiabo em relação às lâminas aplicadas.....	33
20	Massa úmida da parte aérea ($t\ ha^{-1}$) do quiabeiro sob diferentes lâminas irrigação em função da evaporação em Tanque Classe A.....	36
21	Massa seca da parte aérea Massa úmida da parte aérea ($t\ ha^{-1}$) do quiabeiro sob diferentes lâminas irrigação em função da evaporação em Tanque Classe A.....	37
22	Massa úmida do sistema radicular ($t\ ha^{-1}$) do quiabeiro sob de diferentes lâminas de irrigação em função da evaporação em Tanque	

	Classe A.....	38
23	Massa seca do sistema radicular ($t\ ha^{-1}$) do quiabeiro sob diferentes lâminas irrigação em função da evaporação em Tanque Classe A.....	39

1. RESUMO

COSTA, REINALDO ADRIANO. CULTURA DO QUIABO SUBMETIDA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO EM FUNÇÃO DA EVAPORAÇÃO EM TANQUE CLASSE A. 2014. 53f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) Universidade Estadual Paulista – Unesp – Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, Botucatu- SP, 2014.

O presente estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Santa Helena de Goiás, com o objetivo de avaliar características no crescimento, desenvolvimento, produção da cultura do quiabeiro e eficiência do uso da água, sob diferentes lâminas de irrigação em função da evaporação em tanque Classe A. Os tratamentos foram constituídos por cinco porcentagens da evaporação em tanque Classe A (ECA), sendo elas: 0, 50, 75, 100 e 125%. A semeadura foi realizada dia 26 de junho, e o transplântio ocorreu no dia 12 de julho de 2012. Os dados foram coletados no período de 25 de agosto de 2012 a 15 de outubro de 2012. O manejo da irrigação foi realizado a partir de um tanque Classe A, instalado dentro da área experimental. As lâminas foram aplicadas com uso de um sistema de irrigação localizado por gotejamento, com vazão de $1,7 \text{ l h}^{-1}$ submetido a uma pressão de serviço de 9 mca. Utilizou-se, um turno de rega fixo de 1 dia. Os parâmetros avaliados foram: diâmetro médio dos frutos (DF); comprimento médio dos frutos (CF); número de frutos por planta (NB); produtividade, produtividade (Prod), número de frutos por planta (NF), Massa úmida da parte da parte aérea (MUPA), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa úmida das raízes (MUR), massa seca da raiz (MSSR) e eficiência no uso da água pela cultura. A aplicação de diferentes lâminas de irrigação influenciou de forma significativa no desenvolvimento vegetativo, reprodutivo da cultura

do quiabo. A lâmina 50% da ECA apresentou uma maior eficiência quanto ao uso da água na cultura do quiabo. O modelo linear melhor ajustou ao conjunto de dados médios do parâmetro número de brotações laterais, com isso havendo necessidade de testar novas lâminas para determinar a lâmina máxima recomendada. A lâmina de irrigação que proporciona a maior produtividade foi a de 102% da ECA;

Palavras-chave: Manejo de irrigação; Quiabo – cultivo; Eficiência de uso de água.

2. ABSTRACT

COSTA, REINALDO ADRIANO. CULTURE OF OKRA POSTED A BLADE OF DRIP IRRIGATION EVAPORATION FOR EACH TANK CLASS A. Botucatu, 2014. 53f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: REINALDO ADRIANO COSTA

Adviser: MARIA HELENA MORAES

The present study was conducted in the experimental area of the State University of Goiás, University Unit Santa Helena de Goiás, aiming to evaluate features in the growth, development, production culture of okra and efficiency of water use under different irrigation due to the evaporation tank in Class A. The treatments consisted of five percentages of Class A pan evaporation (ACE), as follows: 0, 50, 75, 100 and 125%. Sowing June 26 was performed, and the transplant took place on July 12, 2012. Data were collected between August 25, 2012 to October 15, 2012. Irrigation management was carried out starting from a Class A tank installed within the experimental area. The slides were applied using a system of drip irrigation located, with a flow rate of 1.7 L h⁻¹ subjected to a pressure of 9 MCA service. We used a fixed irrigation for 1 day. The parameters evaluated were: average fruit diameter, average length of the fruit, number of fruits per plant, Productivity and Efficiency in water use by the crop. - The application of different irrigation had a significant influence on vegetative, reproductive development of the culture of okra. The blade 50 % of ECA showed greater efficiency in the use of water in the cultivation of okra. The best fit linear model to a set of parameter data, average number of side shoots, it is no need to further test strip to determine the maximum recommended blade. The depth of irrigation that delivers the highest productivity was 102% ECA.

Key-Words: Irrigation management; cultivate-Okra, efficiency of water use.

3- INTRODUÇÃO

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) é uma hortaliça popular de alto valor nutricional, com grande aceitação no mercado, sendo os pequenos produtores os maiores responsáveis por grande parte da sua produção (PAES et al., 2012). Em casos isolados, a produção de quiabo em grande escala é destinada aos grandes distribuidores para serem repassadas aos supermercados, feirantes e outros revendedores. Atualmente não é descrita como uma cultura de maior importância econômica. Entretanto seu fruto é muito popular, uma vez que sempre podemos encontrá-lo na maioria dos mercados e feiras (BROEK et al., 2003).

Essa cultura encontrou no Brasil, principalmente nos estados considerados mais quentes, condições de temperatura favoráveis para sua produção. Em função da crescente preferência pelo consumidor, tem-se registrado expressiva expansão do quiabeiro em todo o Brasil, principalmente nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Sergipe (CAVALCANTE et al., 2010). Segundo Paes et al. (2012), a cultura do quiabeiro é

uma das mais importantes para o Estado do Rio de Janeiro. O seu fruto, foco de interesse econômico, é dotado de propriedades nutricionais como: baixo nível calórico; boa quantidade de vitaminas A e C; sais minerais como fósforo, ferro e cálcio (Sua Pesquisa, 2013).

A cultivar mais plantada atualmente é a Santa Cruz 47, pois é bem adaptada às condições climáticas, possui ciclo curto, além do mais apresenta boa produção de frutos os quais, são muito bem aceitos no mercado interno. Um dos fatores que limitam a produtividade bem como desenvolvimento vegetativo das hortícolas é disponibilidade hídrica. Sendo assim, a utilização da irrigação na redução do déficit hídrico, pode contribuir para aumentar a produtividade bem como a qualidade do produto final. Neste contexto, a irrigação deve ser utilizada de forma racional, com um manejo adequado respeitando a necessidade hídrica das culturas ao longo do ciclo.

Para determinar a quantidade de água a ser aplicada ao longo do ciclo de uma cultura, deve-se considerar o processo de evaporação do solo e de transpiração da planta, comumente chamada de evapotranspiração, (SILVA e RAO, 2006). Na agricultura, informações quantitativas da evapotranspiração são de grande importância na avaliação da severidade, distribuição e frequência dos déficits hídricos (HENRIQUE e DANTAS, 2007). Neste contexto, a reposição de água pode ser efetuada mediante a aplicação de lâminas de irrigação levando em consideração a evaporação do tanque Classe "A" (ECA), de acordo com coeficientes de cultivo.

Dentre os sistemas de irrigação, o de gotejamento tem sido um dos mais eficientes na reposição de água ao solo, além do mais este sistema contribui para um aumento de produtividade e, em virtude de sua maior eficiência de aplicação, maior é o aproveitamento no uso da água (MAROUELLI et al., 2008). Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características vegetativas, produtivas, bem como a eficiência de uso da água na cultura do quiabo mediante a aplicação de diferentes lâminas de irrigação em função da evaporação em tanque Classe A.

4- REVISÃO DE LITERATURA

4.1- Cultura do quiabo

O quiabeiro *Abelmoschus esculentus* (L.) pertence à família Malvaceae, é uma hortaliça originária da África, que foi introduzida no Brasil pelos escravos africanos (CASTRO, 2005). Trata-se de uma cultura de ciclo anual, de fácil cultivo, bem adaptada ao clima tropical, muito disseminada no nordeste brasileiro, mas se expandiu facilmente no Brasil principalmente nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Sergipe. Na culinária brasileira é bastante aceitável, e é muito consumido no estado de Goiás, por ser um prato típico dos goianos (FILGUEIRA, 2008).

De acordo com Galati (2010), o quiabeiro apresenta porte arbustivo e ereto, caule semilenhoso, pode atingir até três metros de altura, o sistema radicular é muito profundo e sua raiz pivotante pode atingir até 1,90 m de profundidade. Porém, a

maior parte das raízes localiza-se até 20 cm de profundidade (FILGUEIRA, 2008). As folhas apresentam limbo recortado, são grandes lobadas e com pecíolos longos, as flores são hermafroditas e o fruto é do tipo cápsula, piloso, roliço e apresenta seção transversal circular ou pentagonal (AGUIAR, 2011). Trata-se de uma hortaliça de alto valor nutricional, apresenta elevado teor de água, fibras, pigmentos, vitamina A e C, vitaminas do complexo B, cálcio, ferro, sais minerais e carboidratos. Esta cultura além do uso culinário, também apresenta propriedades medicinais e terapêuticas, sendo utilizada no tratamento de bronquite e problemas pulmonares (GONÇALVES, 2009).

O quiabeiro é uma cultura intolerante ao frio e necessita temperaturas mais altas para se desenvolver e produzir frutos. Em condições de temperatura baixa há retardamento na germinação e emergência das plântulas fato que prejudica o crescimento, a floração e a frutificação (FILGUEIRA, 2008). Não é uma cultura muito exigente em se tratando do tipo de solo, visto que a mesma produz bem em solos areno-argilosos, argilosos, argilo-arenosos, não suporta acidez elevada, o pH ideal para seu cultivo vai de 6,0 a 6,8.

A produtividade do quiabeiro encontra-se em torno de 15 a 20 t ha⁻¹, mas pode variar em função do período de colheita. O estágio vegetativo vai de 0 a 64 dias após a semeadura (DAS) e o reprodutivo de 65 a 120 dias DAS, porém seu período de frutificação pode superar 200 dias conforme a época de cultivo (GALATI, 2010).

Apesar do grande número de cultivares de quiabo disponíveis, são poucas as plantadas no Brasil, sendo a maioria de origem nacional. A cultivar Santa Cruz 47 é a mais plantada, e se caracteriza por ser uma planta vigorosa de internódios curtos, frutos de coloração clara, cilíndricos e apresenta menor teor de fibra em relação às cultivares mais antigas (SOUZA, 2012). Esta cultivar apresenta produção precoce fato que contribui para obtenção de produtividades elevadas, além do mais, é resistente à murcha-verticilar e à podridão úmida dos frutos, características essas que a classificam como cultivar padrão de mercado (FILGUEIRA, 2008).

4.2- Demanda hídrica da cultura do quiabo

A base para quantificação da água a ser aplicada à determinada cultura está associada à capacidade da superfície do solo e da vegetação de perder água

para a atmosfera. Uma das formas mais usuais de se quantificar a água a ser disponibilizada ao longo do ciclo da cultura, é considerar os processos de evaporação do solo e de transpiração da planta conjuntamente, no que se denomina evapotranspiração (SILVA e RAO, 2006).

De acordo com Chaves et al. (2005), para se determinar a demanda hídrica é necessário que se tenham informações precisas sobre vários parâmetros básicos, dentre os quais: a evapotranspiração de referência (ETo), a evapotranspiração da cultura (ETc) e o coeficiente da cultura (Kc). A ETo pode ser obtida por medidas diretas ou por estimativas (CARDOSO et al., 2005). A ETo também pode ser determinada indiretamente por fórmulas empíricas, baseadas em dados meteorológicos. A ETc é obtida através do valor da ETo corrigida pelo Kc , sendo este dependente do tipo de cultura e do estágio de desenvolvimento.

Segundo Paes et al. (2012), o Kc é a expressão da demanda hídrica da planta, e seu valor não é fixo para todas as situações climáticas, sendo assim, há uma distribuição temporal de seus valores, durante o ciclo de crescimento da cultura, o que constitui a curva de cultura. Para Medeiros et al. (2004), o Kc é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas, devendo, preferencialmente, ser determinado para as condições locais nas quais será utilizado.

Filgueira (2003) observou que a cultura do quiabeiro possui baixa demanda hídrica. Por esse motivo recomendam-se observações para não fornecer água em quantidades que possam prejudicar o desenvolvimento da cultura e propiciar o aparecimento de doenças fúngicas e bacterianas, bem como não fornecer água abaixo da necessidade demandada pela cultura. A irrigação somente é utilizada no outono-inverno, sendo feita geralmente no sulco por meio de gotejamento e aspersão, elevando-se os aspersores em tripés.

Paes et al. (2012) estudaram a determinação da demanda hídrica do quiabeiro e verificaram que essa cultura apresentou 3 estádios de desenvolvimento: estágio de estabelecimento da cultura (estádio 1), estágio de desenvolvimento vegetativo (estádio 2) e estágio de maturação (estádio 3). De acordo com os mesmos autores, o estágio 1 foi de 40 dias e apresentou um Kc com valores de 0,8 a 0,5, o estágio 2 obteve a duração de 30 dias e os valores de Kc variaram de 0,5 a 1,03, já o estágio 3 foi de 110 dias e o Kc variou de 1,0 a 0,3.

4.3- Irrigação por gotejamento

A busca por técnicas que aumentem a produtividade e qualidade das culturas com o uso racional dos recursos hídricos é cada vez mais intensa. Esse é o principal objetivo da agricultura moderna, que se preocupa em investir cada vez mais em tecnologia para ampliar a produtividade, reduzir custos e melhorar a qualidade do produto de forma sustentável. Neste contexto, surgiu então, a necessidade de estimar o consumo de água pelas culturas por sistemas que visam evitar gastos excessivos de água, como o gotejamento.

De acordo com Marouelli et al. (2008), entre os sistemas de irrigação, o de gotejamento tem sido um dos mais eficientes na reposição de água ao solo, favorecendo um aumento na produtividade e, em virtude de sua maior eficiência de aplicação, um maior aproveitamento no uso da água e uma redução na incidência de doenças. Almeida (2012), também relata que dentre os vários sistemas de irrigação, o gotejamento possui a melhor eficiência de aplicação e quando bem manejado, é responsável por uma maior eficiência do uso de água e fertilizantes, além do mais, a aplicação da água no solo é feita em pequenas quantidades e com alta frequência, sobre a região radicular, mantendo a umidade nessa região, próxima à capacidade de campo.

A aplicação de água no solo pelos gotejadores proporciona uma área molhada com forma circular na superfície e um bulbo na subsuperfície, sendo que apenas uma pequena porção da superfície do solo é molhada, o que diminui bastante a evaporação direta da água do solo para a atmosfera, quando comparada com a irrigação por aspersão. Segundo Abdelraouf et al. (2012), o uso de pequenas taxas de aplicações pelo gotejamento é uma característica comprovadamente desejável para a relação água-solo-planta.

Para Ribeiro et al. (2010), um dos sistemas mais apropriados e em notável expansão é o sistema de irrigação por gotejamento, o qual apresenta vantagens, como a economia de água e energia, possibilidade de automação e fertirrigação das áreas cultivadas, de suma importância para agricultura brasileira. Por mais que o sistema de gotejamento seja considerado como um dos mais eficientes, ele também necessita de um manejo da irrigação visando manter a eficiência de aplicação de água para as culturas.

4.4- Manejo da Irrigação em hortaliças

O manejo da irrigação busca suprir a necessidade hídrica da cultura na medida certa, sem déficit e nem excesso. É muito importante para se obter sucesso na produção e também para preservar o meio ambiente, que o manejo de irrigação seja feito de forma adequada. Existem diferentes métodos de manejo de irrigação, sendo os mais utilizados aqueles baseados no solo ou em dados climáticos. Ainda, se pode fazer combinações entre estes. Em todo manejo de irrigação, o importante é determinar quando e quanto de água aplicar.

O manejo de irrigação com base em dados climáticos tem como principal objetivo determinar a evapotranspiração da cultura (ETc). De uma maneira bem simples a evapotranspiração da cultura (ETc) corresponde a água transferida para atmosfera através da evaporação do solo e da transpiração das plantas. A estimativa da evapotranspiração pode ser determinada por métodos diretos (lisímetros) ou indiretos (evaporímetros e equações). Normalmente a evapotranspiração da cultura (ETc) é estimada por meio da evapotranspiração de referência (ETo) pelo coeficiente de cultura (Kc), equação 1.

$$ETc = ETo \cdot Kc \quad [1]$$

ETc = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹)

ETo = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹)

Kc = coeficiente de cultura (decimal)

A evapotranspiração de referência (ETo) na mais é que a evapotranspiração de uma superfície gramada (8-15cm) (DOORENBOS e PRUIT, 1977) e o coeficiente de cultura (Kc) é uma função da cultura e do seu estágio de desenvolvimento.

4.5- Resposta de hortaliças à irrigação por gotejamento

A irrigação é uma das práticas agrícolas mais importantes na produção de alimentos no mundo, principalmente em regiões onde ocorre uma má distribuição espacial de chuvas. Neste contexto, o conhecimento das possíveis interações entre os fatores climáticos, edáficos e da espécie a ser cultivada pode auxiliar no manejo e na produção de hortaliças.

4.6- Parâmetros vegetativos

Vilas Boas et al. (2007) estudaram o efeito da aplicação de 4 lâminas de irrigação via gotejamento (75, 100, 125 e 150% de reposição de água) sob o desenvolvimento de alface crespa aplicadas via gotejamento e verificaram que os resultados de massa fresca total e comercial mostraram respostas quadráticas com nível de significância de 5%. Esses pesquisadores notaram um acréscimo na massa fresca total quanto na comercial à medida que se aumentaram as lâminas de irrigação aplicadas até os valores de 249,1 e 244,9 mm que corresponderam massa fresca total e comercial a 125,8 e 123,7% de reposição de água, respectivamente.

Estudando o cultivo do tomateiro na fase vegetativa sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido Soares et al. (2012) notaram que a fitomassa seca da parte aérea, ajustou-se à equação de regressão quadrática e apresentou decréscimos relativos entre 60 e 120% da evapotranspiração de referência (ETr.). Aragão et. al (2011) analisaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio na fase vegetativa do pimentão em ambiente protegido. Estes autores verificaram que a cultura respondeu de forma linear quanto as lâminas de irrigação e quadrática aos diferentes níveis de nitrogênio em seu crescimento vegetativo, obtendo maiores respostas no desempenho quando aumentaram a quantidade de água aplicada e a dosagem de nitrogênio.

4.6.1- Parâmetros produtivos

Lima Júnior et al. (2012) avaliaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o comportamento produtivo da alface tipo americana, e observaram que

a produtividade total e comercial apresentaram resposta quadrática da cabeça, à medida que se aumentaram as lâminas de irrigação. Esses pesquisadores verificaram que o ponto máximo para a produtividade total foi estimado com uma lâmina de 159,1 mm.

Santos (2008) estudou a influência de diferentes lâminas e frequências de irrigação no crescimento e produtividade da cultura da cenoura e verificou que as lâminas apresentaram efeito quadrático e a máxima produtividade ocorreu com a lâmina equivalente a 108 % da ETc, e foi de 40,54 t ha⁻¹. Pereira et al. (1999), em estudo com lâminas de irrigação variando desde 60 a 100% da evaporação do Tanque Classe A (ECA), relataram aumento de produção de rabanete com a lâmina, independente da frequência.

Koetz et al. (2010) avaliaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação por gotejamento na caracterização agrônômica e tecnológica de tomate industrial e observaram que o aumento da lâmina de água propiciou um aumento linear no diâmetro dos frutos de tomate. Andrade Júnior et al. (1992), observaram os efeitos de quatro níveis de irrigação baseados na evaporação do Tanque Classe A (0,5; 0,75; 1,0 e 1,25) aplicados por microaspersão em alface, e comprovaram que a matéria fresca da alface “cabeça” demonstrou resposta de produtividade quadrática, alcançado valores máximos de 184g e 23,67 t ha⁻¹ respectivamente, com o nível de irrigação correspondente a 75% da ECA.

Araújo et al. (2010) avaliaram rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação e verificaram que aplicação de uma lâmina equivalente até 120% da ECA proporcionou um aumento linear na produção da alface cultivada em ambiente protegido. Estudando as respostas do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação via gotejamento, dose de potássio e cobertura do solo Kalungu (2008) concluiu que a lâmina de irrigação ao nível de 75% da demanda hídrica da cultura foi a quantidade adequada para produzir tomate em ambiente protegido.

4.6.2- Eficiência do uso de água em hortaliças

A eficiência do uso da água relaciona a produção de biomassa pela quantidade de água aplicada, sendo importante o seu reconhecimento na agricultura irrigada, pois auxilia a otimização do uso da água nas culturas. Segundo Topak et al. (2011), embora a irrigação localizada tenha sido desenvolvida para funcionar com alta

frequência de aplicação de água e com níveis de umidade próximos ao limite de água disponível no solo, pesquisas devem ser realizadas para se determinar frequências de irrigação capazes de aumentar a produtividade e maximizar a eficiência do uso da água pelas plantas, proporcionando maior produção das culturas com um menor volume de água aplicado.

Neste contexto, Lima Junior et. al (2012) analisaram a produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação e verificaram que a eficiência no uso da água apresentou efeito linear decrescente com as lâminas de irrigação aplicadas, ou seja, à medida que os níveis de irrigação aumentaram, esses autores observaram uma diminuição na eficiência do uso da água. Araújo et al. (2010) ao avaliaram rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação também notaram que a eficiência do uso de água diminuiu linearmente com o acréscimo da lâmina de irrigação aplicada. Pelúzio (1992) avaliou seis níveis de irrigação impostas com base na evaporação do tanque Classe A (0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; e 1,4) utilizando a cultura da alface, variedade “Vitória”, a irrigação por gotejamento, e notou que a máxima eficiência foi obtida com nível 1,4 da evaporação do tanque Classe A.

Sá et al. (2005) trabalharam com tensões de água no solo em ambiente protegido, cultivado com tomate, e notaram que a eficiência de uso da água apresentou resposta linear crescente, com o aumento dos valores de tensão. Estudando a eficiência da irrigação na cultura da alface baseados em cinco frações da evaporação do mini-tanque evaporímetro (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5), Valiati et al. (2012) encontraram resposta quadrática quanto à eficiência do uso da água. Esses mesmos autores notaram que o ponto de maior eficiência do uso da água ocorreu no tratamento o qual correspondeu a 1,5 da evaporação do mini-tanque evaporímetro.

5- MATERIAL E MÉTODOS

5.1- Área experimental

O presente trabalho foi conduzido, em condições de campo, na área experimental da Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Santa Helena de Goiás, localizado a uma latitude sul de 17° 49' 34,4"; e longitude oeste 50° 36' 23,7", com 595 metros de altitude, situada em Santa Helena de Goiás - GO. O clima da região de acordo com Köppen é do tipo Aw o qual é considerado como clima Tropical com estação seca no inverno (NIMER, 1979). As condições climáticas são caracterizadas por médias anuais de umidade relativa do ar de 60%, precipitação pluvial de 1300 mm e temperatura de 22 °C. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico fase cerrado, apresentando 75% de argila, com isto podendo ser classificado como muito argiloso (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi composto por 5 tratamentos os quais consistiram de lâminas de irrigação (0, 50, 75, 100 e 125%) que foram determinadas em função da evaporação do tanque Classe A – ECA. A área total do experimento foi de 160 m² (10 x 16m). A cultura utilizada foi o quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) variedade Santa Cruz 47, produzida pela Empresa Feltrin. A condução deste experimento se deu de junho à novembro de 2012, período considerado seco para região centro-oeste do Brasil, com ocorrência de precipitações ocasionais e baixo volume.

5.2- Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. A unidade experimental foi constituída por quatro linhas com quatro metros de comprimento, e a área útil de cada parcela foi composta por dois metros das duas fileiras centrais, totalizando 16 plantas dispostas no espaçamento 0,80 x 0,50 m.

Os tratamentos consistiram de quatro lâminas de irrigação: 50, 75, 100 e 125%, em função da evaporação em tanque Classe A. Para efeito comparativo, foi conduzido um tratamento na ausência da irrigação (Sequeiro- 0 %). A aplicação de água foi feita por um sistema de irrigação localizada por gotejamento cujas linhas laterais foram compostas por tubos gotejadores autocompensantes com emissores espaçados a cada 30 cm e com vazão de 1,7 L h⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1% e a 5% de probabilidade para verificar a significância. A comparação das diferentes lâminas de irrigação em função da evaporação em Tanque Classe A foi efetuada mediante a análise de regressão e o programa estatístico utilizado foi o Sisvar (FERREIRA, 2008). Na Figura 1 pode-se observar a representação esquemática do experimento disposto no campo de acordo com sorteio aleatório.

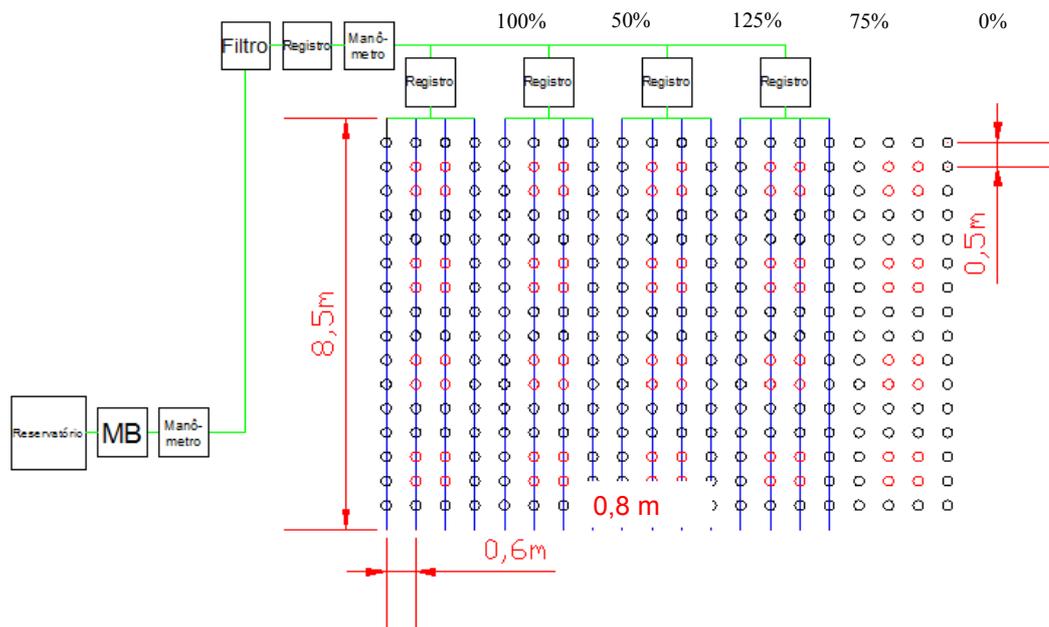


Figura 1 – Representação ilustrativa do experimento em campo, Santa Helena 2012.

5.3- Produção de mudas

As sementes do quiabeiro variedade Santa Cruz- 47 foram semeadas em tubetes plásticos com as seguintes dimensões: 170 cm³ de volume e 13 cm de altura, cada tubete foi preenchido com substrato comercial PLANTMAX. Foram colocadas 2 sementes por tubete e posteriormente foi realizado desbaste, deixando apenas uma planta em cada tubete conforme Figuras 2A e 2B. As mudas foram produzidas em ambiente protegido.



Figura 2A- Mudas de quiabeiro.



Figura 2B- Bandejas com as mudas.

A irrigação das mudas foi realizada de forma a proporcionar a germinação uniforme de todos os tratamentos, mantendo o substrato próximo à capacidade campo (CC).

5.4- Adubação, calagem e transplante das mudas

O transplante ocorreu quando as mudas apresentaram o terceiro par de folhas abertos, conforme ilustrado na Figura 3. Todas as plantas receberam tratamentos iguais dentro da casa de vegetação. As mudas receberam as lâminas de irrigação de acordo com cada tratamento somente após o transplantio para o campo.



Figura 3- Visualização das covas e do transplantio das mudas de quiabeiro. 3A, mudas transplantedas e 3B, covas abertas prontas para receber as mudas das bandejas.

Para recomendação de adubação, foi retirada uma amostra composta de solo da área experimental de 0 a 20 cm de profundidade, a qual apresentou a seguinte composição físico-química (Tabela 1).

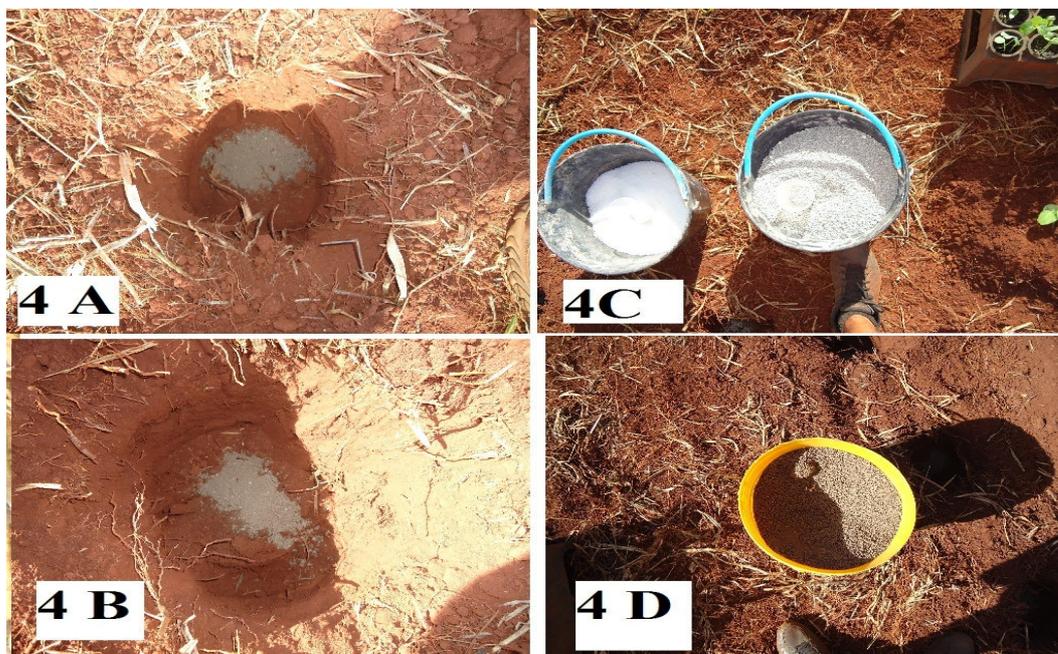
Tabela 1- Resultado da análise de solo coletado na área experimental, Santa Helena, 2012.

..... $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ mg dm^{-3}	
Ca+Mg	Ca	K	Mg	Al	H+Al	K	P (Mel)
1,62	1,47	0,83	0,16	0,01	2,0	324	0,86
pH $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ %	
CaCl₂	MO%	V%	CTC	SB	Argila	Silte	Areia
4,8	0,41	55,34	4,43	2,45	75	5	20

Fonte: laboratório de solos e folhas Universidade de Rio Verde - FESURV.

A calagem foi realizada de acordo com as recomendações da EMGOPA (1988) quantidade de calcário a ser aplicada foi calculada pela fórmula:

$QC (t ha^{-1}) = \{2 \times Al + [3 - (Ca + Mg)]\} \times 100 * PRNT$. A adubação nitrogenada também foi baseada na recomendação da EMGOPA (1988). A adubação fosfatada e potássica foi realizada de acordo com a recomendação sugerida pela Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, EMGOPA (1988). Foram aplicados no plantio: $60 Kg ha^{-1}$ de nitrogênio que correspondeu a 5,45 g de ureia por cova; $250 Kg ha^{-1}$ de P_2O_5 que equivaleu a 55,56 g de superfosfato simples por cova e $60 Kg ha^{-1}$ de K_2O que correspondeu a 4 g de cloreto de potássio por cova. Em cobertura foram aplicados $160 Kg ha^{-1}$ de nitrogênio cuja fonte foi a uréia, essa quantidade foi parcelada em quatro aplicações aos 30, 60, 90 e 120 dias conforme recomendação para a cultura em questão e para o estado de Goiás. Para cada aplicação de uréia em cobertura foram colocados 3,64 g por planta. Nas Figuras 4 A, B, C e D ilustram os fertilizantes que foram aplicados nas covas de plantio do quiabeiro.



Figuras: 4A adubação potássica na cova; 4B adubação fosfatada na cova; 4C nitrogênio e fósforo e 4D potássio.

5.5- Sistema e Manejo de Irrigação

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, com 1 emissor autocompensante por planta, cada um com vazão de $1,7 L h^{-1}$, pressão de serviço de 9 metros coluna de água (mca). A manutenção do sistema consistiu em efetuar regularmente a lavagem do filtro de discos e dos tubos gotejadores (linhas laterais),

abrindo o final das linhas a fim de eliminar incrustações de partículas formadas no interior das mesmas, e minimizar problemas na uniformidade de distribuição de água.

O manejo de irrigação foi realizado com turno de irrigação fixo, o qual empregou irrigações todos os dias, variando a lâmina aplicada em função da evapotranspiração da cultura obtida através da leitura do tanque Classe A localizado na estação meteorológica ao lado do experimento. A lâmina total aplicada foi determinada através da equação 2:

$$LTN = \frac{ECA \times Kp \times Kc}{Ea} \dots\dots\dots [2]$$

Em que:

- LTN: Lâmina total necessária (mm);
- ECA: Evaporação no tanque classe A (mm);
- Kc: Coeficiente do tanque (adimensional);
- Kc: Coeficiente da cultura (adimensional);
- Ea: Eficiência de aplicação (decimal).

Na Figura 5 encontra-se a ilustração do experimento com o sistema de irrigação por gotejamento montado juntamente com a instalação da cultura no campo.



Figura 5. Ilustração do sistema de irrigação instalado junto à cultura do quiabeiro.

5.6- Parâmetros avaliados

5.6.1- Diâmetro médio dos frutos

O diâmetro dos frutos de quiabo foi avaliado considerando a média de uma amostra representativa dos frutos recém-colhidos, medidos com o auxílio de um paquímetro digital, conforme Figura 6, sendo o resultado expresso em mm.



Figura 6- Determinação do diâmetro do fruto, com o paquímetro digital.

5.6.2- Produtividade

A produtividade foi obtida considerando a produção da área útil de cada parcela com posterior conversão para kg ha^{-1} . Foram realizadas 11 colheitas no período de condução do experimento, sendo as mesmas efetuadas com um intervalo de 3 dias entre si, afim de permitir a padronização dos frutos colhidos.

5.6.3- Comprimento médio dos frutos

O comprimento médio dos frutos foi obtido medindo-se com o auxílio de uma régua graduada em mm todos os frutos colhidos em cada parcela. Foi

efetuada então a somatória das médias com posterior divisão pelo número total de frutos, para a obtenção do comprimento médio dos frutos conforme apresentado na Figura 7.



Figura 7- Determinação do comprimento do fruto, com régua graduada.

5.6.4- Altura média de plantas

A altura de plantas foi determinada com o auxílio de régua de madeira graduada em cm. Mediu-se a altura do caule principal das plantas eretas desde a base do solo até o ápice de cada planta (Figura 8), e posteriormente foi calculada a média por parcela.



Figura 8- Aferição da altura de planta, com régua de madeira graduada.

5.6.5- Diâmetro médio de caule

O diâmetro médio de caule foi determinado com o auxílio de um paquímetro graduado com graduação em mm (Figura 9), mediu-se a circunferência do caule a uma altura de 5 cm acima da superfície do solo, em seguida foi obtida a média da área útil da parcela.



Figura 9 - Aferição do diâmetro de caule, com o auxílio de paquímetro graduado.

5.6.6- Número de brotações laterais

Para este parâmetro foi realizado a contagem da quantidade de brotações laterais visíveis, e posteriormente realizado a média de cada parcela útil.

5.6.7- Massa úmida da parte aérea

As plantas da área útil de cada parcela ao final do ciclo foram colhidas. Cada planta foi separada em parte aérea e raiz, a parte aérea foi então pesada em balança analítica para determinar a massa úmida da parte aérea.

5.6.8- Massa úmida da raiz

As raízes de cada planta foram pesadas em balança analítica para determinar a massa verde da raiz.

5.6.9- Massa seca da parte aérea

Após a determinação da massa úmida da parte aérea, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para a secagem completa em estufa de circulação de ar a 65 °C. Após a secagem efetuou-se a pesagem em balança analítica para obtenção da massa seca da parte aérea.

5.6.10- Massa seca da raiz

Após a determinação da massa úmida da raiz, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para a secagem completa em estufa de circulação de ar a 65 °C. Após a secagem efetuou-se a pesagem em balança analítica para obtenção da massa seca da raiz.

5.6.11- Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água foi determinada mediante a divisão da quantidade produzida em Kg de frutos por mm de água aplicada na cultura do quiabo. Vale ressaltar que a eficiência do uso da água foi baseada na produtividade obtida nas 11 colheitas realizadas.

6- RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1- Água aplicada

Na Figura 10, encontram-se as lâminas totais de irrigação aplicadas na cultura do quiabo durante o período de condução do experimento nos respectivos tratamentos. Nota-se que a testemunha (0%), recebeu água advinda das chuvas, fator que provavelmente colaborou para o desenvolvimento vegetativo e produtivo da cultura do quiabo.

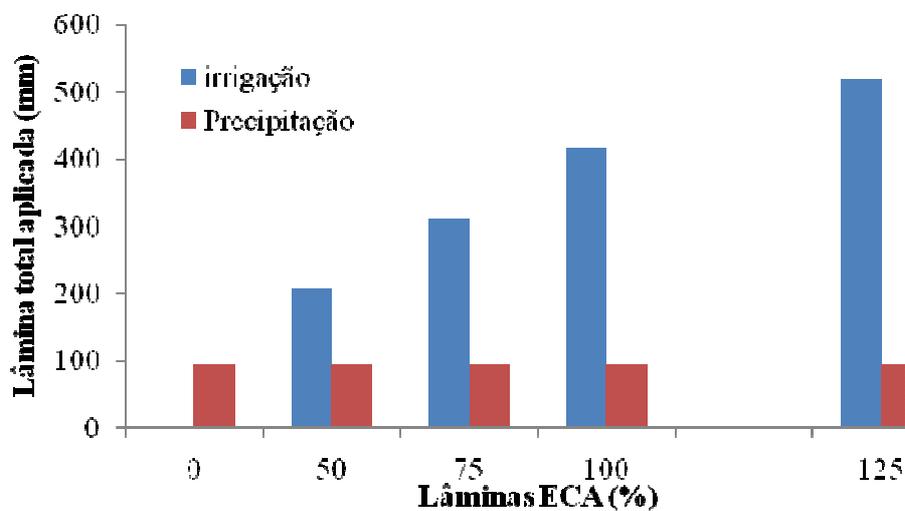


Figura 10: Lâmina de irrigação total aplicada durante o ciclo do quiabeiro contabilizando a irrigação e a precipitação nos respectivos tratamentos.

Embora tenha ocorrida aproximadamente 5 precipitações durante o ciclo de condução da cultura, é importante ressaltar que as mesmas ocorreram de forma esporádica e em pequeno volume. O volume total contabilizado da precipitação atingiu 95 mm, como pode-se observar na Figura 11, sendo que a mesma ocorreu nos meses de junho, setembro, outubro e novembro.

6.2- Balanço hídrico durante o ciclo de condução do experimento

Verifica-se através da Figura 11, a representação das perdas de água, por evaporação do tanque Classe A, e as precipitações ocorridas, em cada período do experimento. Nota-se que o volume de água evaporado foi superior à precipitação ocorrida durante o experimento. Nos meses de setembro, outubro e novembro ocorreram os maiores picos de evaporação, e em novembro atingindo aproximadamente 8 mm dia.

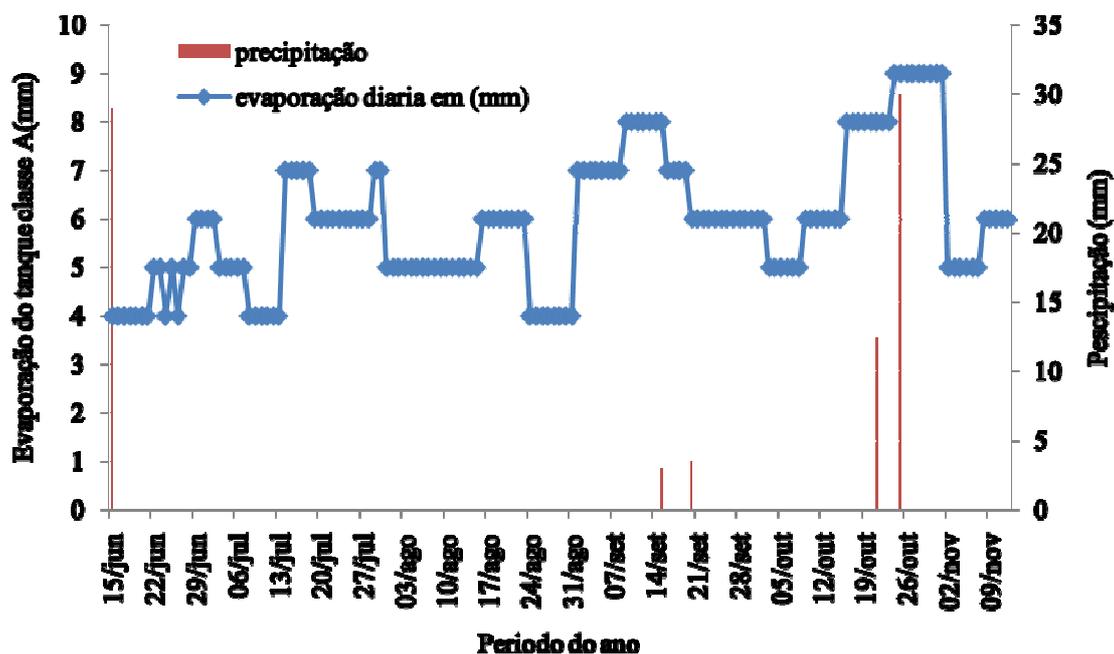


Figura 11: Dados de evaporação do tanque Classe A em mm, e precipitação em mm, de acordo com o período de ocorrência do experimento.

6.3- Resumo da análise de variância das características agronômicas

Na Tabela 2, encontram-se os resultados da análise de variância para diâmetro de fruto (DF), comprimento de fruto (CF), peso de fruto (PF), diâmetro de caule (DC), altura de planta (AP), número de brotações laterais (NB) e produtividade (PROD) do quiabeiro. Através da mesma Tabela, verifica-se que para todos os parâmetros avaliados as diferentes lâminas de irrigação aplicadas exerceram influência significativa nos níveis de 1% e 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis, diâmetro de fruto (DF), comprimento de fruto (CF), peso dos frutos por planta (PFP), diâmetro de caule (DC), altura de planta (AP), número de brotações laterais (NB) e produtividade (PROD) do quiabeiro em função das equações de regressão linear (R.L.), regressão quadrática (R.Q.), e regressão cúbica (R.C.).

FV	GL	Quadrados Médios						
		DF	CF	PFP	DC	AP	NB	PROD
Lâminas	4	19,99**	5756**	791126**	101,8**	1642**	11,78**	54939344**
R. L.	1	49,43**	16677**	2786445**	337,64**	4532**	36,65**	193505105**
R. Q.	1	29,50**	5893**	267621*	69,56**	2024**	9,25*	18583816*
R.C.	1	0,78 ^{ns}	419*	17675 ^{ns}	0,22 ^{ns}	13,87 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1227626 ^{ns}
Bloco	3	1,36	374	175780	3,21	32,98	1,98	12207903
Resíduo	12	6,13	102	66211	0,81	35,09	1,92	4598222
CV (%)		4,8	9,10	34,05	6,68	11,61	43,04	34,05

¹ GL é o grau de liberdade. ** Significativo a 1 e * significativo 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade.

6.3.1- Diâmetro médio dos frutos

Através da Figura 12, pode-se observar o efeito das lâminas de irrigação no parâmetro vegetativo diâmetro do fruto (DF) mm. Verificou-se que o modelo matemático que melhor se ajustou ao conjunto de dados foi o quadrático, com efeito significativo ($p < 0,01$ e a 0,05) e coeficiente de determinação de 0,98. Nota-se, pela mesma Figura que a cultura respondeu de forma satisfatória com incremento da lâmina aplicada até 100% da ECA.

Verifica-se que com aplicação de lâminas superiores à 100% da ECA, o diâmetro médio dos frutos reduziu, fato este que pode ter colaborado para a redução do diâmetro médio dos frutos.

Comportamento semelhante a este, foram obtidos por Lima et al. (2012), que apresentou resultados crescentes de diâmetro de frutos de pimentão Konan R em relação ao aumento das frações de reposição de água ao solo. O menor diâmetro de fruto estimado foi de 6,25 cm a 50% ECA enquanto o maior foi de 68,3 cm com a reposição de 125% ECA, onde as lâminas citadas são a mínima e a máxima respectivamente, testadas naquele trabalho. Ao comparar o comportamento do quiabeiro ao pimentão, percebe-se um comportamento diferente entre as duas culturas, visto que o quiabeiro respondeu quanto ao parâmetro diâmetro de fruto somente até a lâmina de 100% da ECA.

Verifica-se na mesma Figura 12, que a lâmina máxima de irrigação recomendada para este parâmetro é de 89,14% da ECA, valor este que irá proporcionar um diâmetro médio de 16,58 mm. Neste contexto, observa-se que lâminas superiores a máxima recomendada podem acarretar em um decréscimo no diâmetro médio de fruto (DF) em mm. Também o fornecimento excessivo de água pode reduzir a eficiência do uso da água.

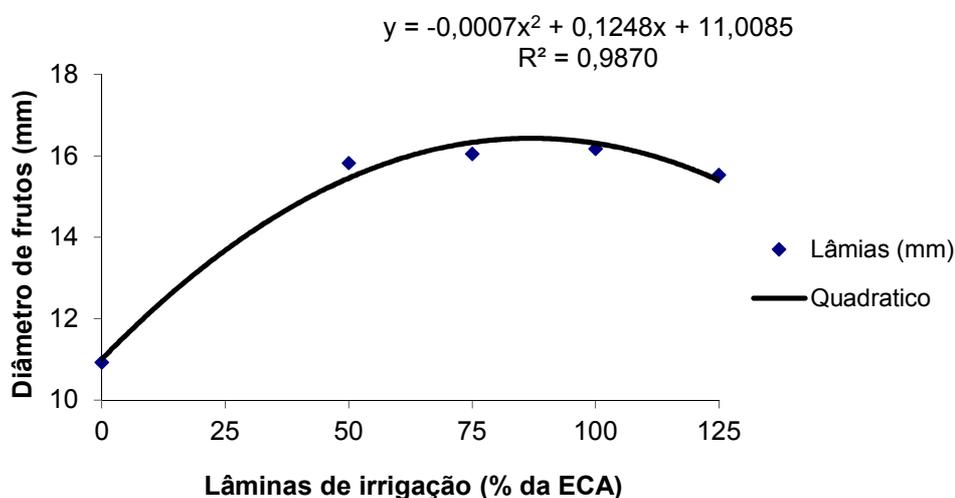


Figura 12- Média do diâmetro do fruto do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.

Observa-se ainda na Figura 12, que a testemunha (0%) apresentou um diâmetro de fruto significativamente inferior aos demais, tal comportamento já era esperado, pois a mesma apenas recebeu 95 mm água advinda de precipitações ocorridas no período. Para as demais lâminas, percebe-se um acréscimo no diâmetro médio dos frutos, até a lâmina de 100% da ECA. Nota-se que lâminas irrigação acima de 100%, percebe-se a

redução nos valores médios desse parâmetro. O menor e maior diâmetro de fruto encontrado foi de 10,9 mm, e 16,58 mm, que correspondem aos tratamentos da testemunha, e da lâmina de 100% da evaporação em tanque Classe A (ECA), respectivamente.

6.3.2- Comprimento médio de frutos

Analisando a Figura 13, observa-se que as lâminas de irrigação aplicadas influenciaram no comprimento médio dos frutos (CF) expresso em mm. Nota-se que o modelo quadrático melhor se ajustou ao conjunto de dados médios deste parâmetro, com um efeito significativo à ($p < 0,01$ e a 0,05) e um ajuste de 98%.

O comportamento deste parâmetro foi semelhante ao diâmetro de fruto, visto que a cultura apresentou respostas positivas com incremento da lâmina 95,9% ECA, com isso resultando em um comprimento de frutos de 136,97 mm.

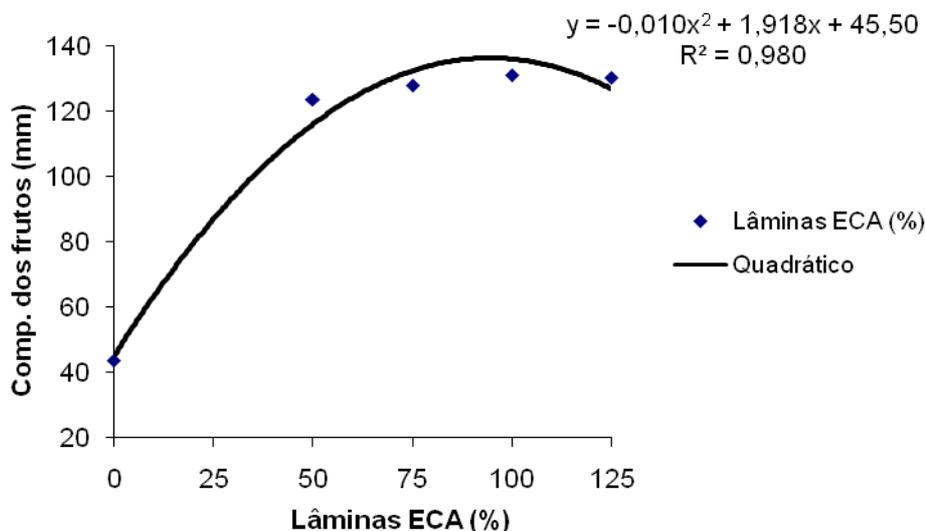


Figura 13 - Média do comprimento do fruto do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação.

Na mesma Figura 13, verifica-se que com aplicação de lâminas superiores a máxima determinada 95,9% ECA, tende a um decréscimo no comprimento médio dos frutos. Nota-se que apenas para testemunha, foram produzidos frutos com comprimento inferior aos mencionados por Krohn (2005), que relatou que os frutos apresentam de 100-300 mm de comprimento, portanto todos os tratamentos apresentaram valores nesse intervalo, com exceção da testemunha.

Estes resultados reforçam a questão, que a aplicação de lâminas superiores a evaporada diariamente, pois apresentar danos a cultura, bem com o desperdício de água na agricultura, além do mais fugindo do conceito do uso racional da água.

6.3.3- Brotações laterais

Verifica-se na Figura 14, o efeito do acréscimo das lâminas de irrigação sob número de brotações laterais da cultura do quiabo. Observa-se um maior número de ramificações laterais com incremento das lâminas de irrigação, com isso percebe-se que o efeito linear das mesmas quanto a número de brotações laterais. Este efeito linear pode ser atribuído ao acréscimo na lâmina de irrigação, visto que o fornecimento de lâminas excessivas pode ocasionar um superbrotamento, e com isso resultando em um maior número de brotos laterais.

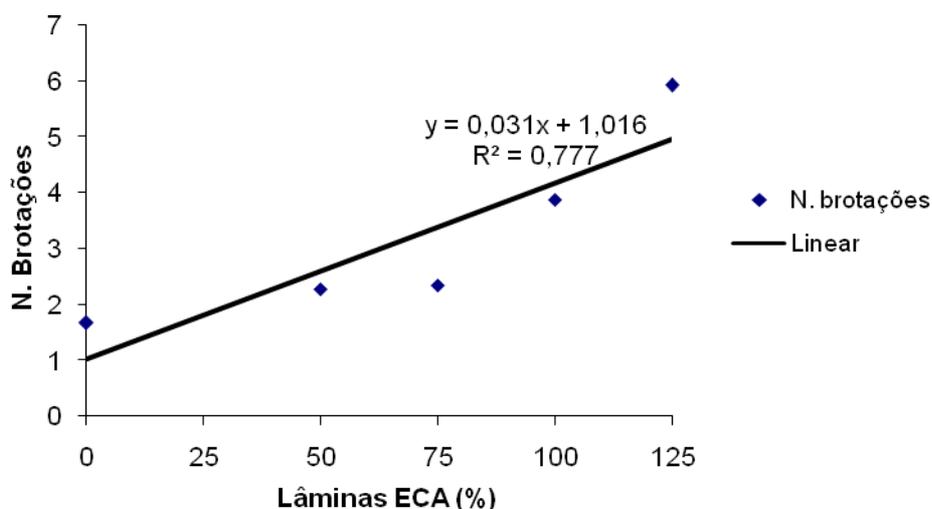


Figura 14- Número de brotações laterais do quiabeiro, sob diferentes lâminas de irrigação.

Filgueira (2000) relatou que a cultura do quiabeiro quando é plantada em espaçamentos largos, ocorrem maior ramificações laterais, sendo essas, menos frequentes quando se aumenta a densidade de plantio. No presente estudo, vale ressaltar que o espaçamento foi fixo para todos os blocos, fato que reforça o efeito da variação das lâminas aplicadas para o parâmetro número de brotações laterais no quiabeiro.

6.3.4- Diâmetro médio de caule

Na Figura 15, verifica-se o efeito das lâminas de irrigação no parâmetro vegetativo diâmetro médio de caule. Nota-se, que a cultura respondeu de forma satisfatória com incremento da lâmina aplicada até 115,9% da ECA. Com aplicação da lâmina máxima estimada, os frutos apresentariam uma circunferência média de 18,90 mm. Observa-se na mesma figura, que o efeito das lâminas de irrigação no parâmetro vegetativo diâmetro de caule (mm). Verificou-se que o modelo matemático que melhor se ajustou ao conjunto de dados foi o quadrático, com efeito significativo ($p < 0,01$ e a 0,05) e coeficiente de determinação de 0,99.

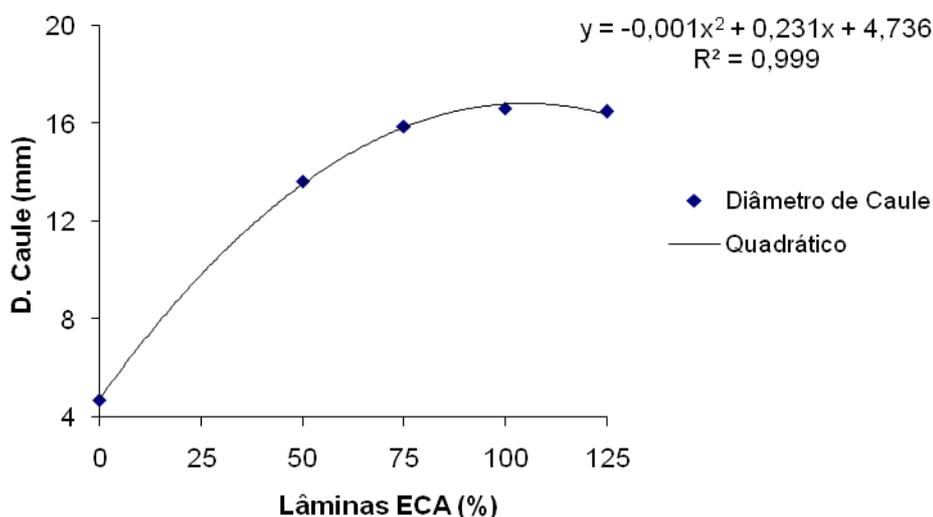


Figura 15- Diâmetro médio do caule do quiabeiro, sob diferentes lâminas de irrigação.

Verifica-se o comportamento semelhante deste parâmetro aos demais já apresentados, com isso com uma tendência de redução na variável em estudo. Portanto, evidência que a cultura do quiabo não apresenta rendimento satisfatório trabalhando com níveis de irrigação acima do máximo evaporado por dia no tanque Classe A.

Este mesmo comportamento foi observado por Silva (2012), em estudos com tomateiro cultivado sob taxas de reposição hídrica. Das lâminas aplicadas por Silva (2012), houve um aumento do diâmetro do caule até a de 125% da ECA, onde no quiabeiro o aumento ocorreu apenas até a reposição de 115,9% da ECA. Esse fato pode ser explicado pela diferenciação da demanda hídrica entre as duas culturas.

6.3.5- Altura média de plantas

Observa-se através da Figura 16, a relação da altura média de plantas em (cm) com as lâminas de irrigação expressas em cm. Nota-se, que a cultura respondeu com incremento da lâmina aplicada até 108% da ECA. Com aplicação da lâmina máxima estimada, a altura estimada de planta foi de aproximadamente 73,82 mm. Para este parâmetro percebe-se através da mesma Figura que o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou ao conjunto de dados médios de altura. O modelo apresentou um ajuste de 99%, reforçando que 99% das variações da altura de plantas podem ser atribuídas às diferentes lâminas de irrigação.

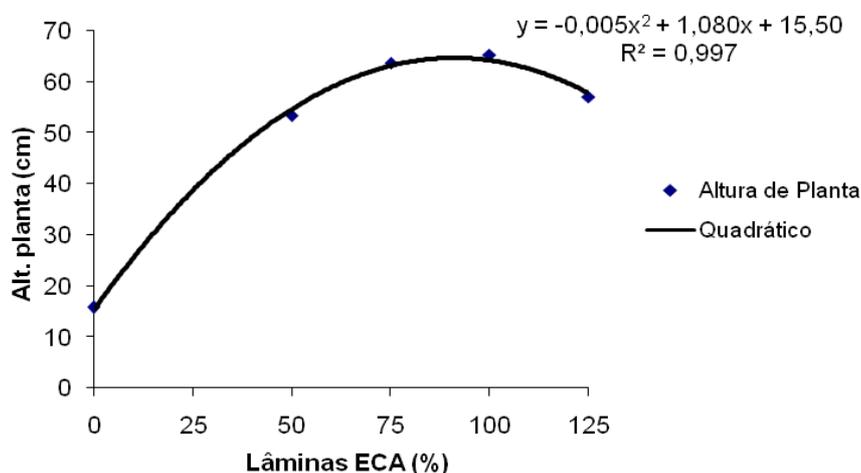


Figura 16 - Altura média das plantas do quiabeiro, sob diferentes lâminas de irrigação.

Nota-se, que a testemunha, resultou em plantas de pequeno porte quando comparada com demais tratamentos. Embora a cultura do quiabeiro seja tolerante a déficit hídrico, existe a necessidade de um bom manejo da irrigação permitindo um eficiente uso da água.

Aragão et al. (2011) avaliando diferentes lâminas de irrigação na cultura do pimentão híbrido Magali R, observaram uma maior altura média de plantas utilizando a reposição até 100% da Eto. Percebe-se em ambos os estudos, que a lâmina máxima recomendada ficou entre 100 e 108% da ECA.

6.3.6- Produção média por planta

Na Figura 17, verifica o efeito das lâminas de irrigação nas variações da massa média dos frutos do quiabeiro em função de variações nas lâminas aplicadas na cultura em porcentagem da ECA. Nota-se que o comportamento apresentado neste parâmetro foi semelhante aos demais discutidos. Então, este comportamento reforça a o a questão que devido a cultura do quiabeiro ser considerada rústica a mesma apresenta redução em sua produtividade com aplicação de lâminas superiores a ECA.

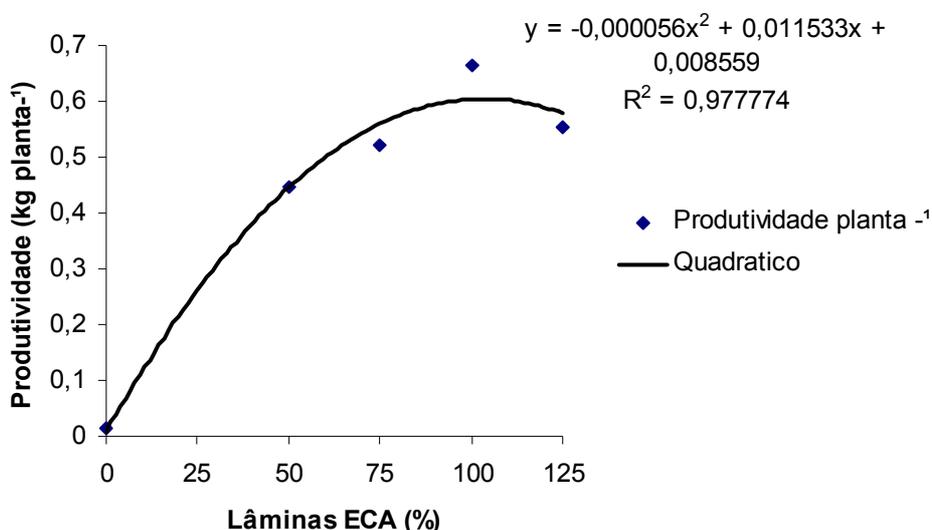


Figura 17- Produção média por planta do quiabeiro, sob diferentes lâminas de irrigação.

Verifica-se que a lâmina máxima determinada para este parâmetro foi de 102,97% ECA, sendo assim apresentando uma produtividade média de 0,603 kg planta⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2012) trabalhando com produtividade e qualidade de fruto de tomateiro cultivado sob taxas de reposição hídrica, onde verificou um comportamento crescente na produção média dos frutos, a medida que se aumentaram as lâminas de irrigação, e decrescendo acima de 110% da ECA.

Vale ressaltar que, a aplicação de lâminas muito baixa em relação à ECA, apresentam pouca eficiência quanto à produtividade por planta do quiabeiro, necessitando assim de um manejo correto da irrigação visando atingir a máxima produção econômica. Em contrapartida, verifica-se que aplicação de lâminas irrigação, acima da máxima determinada, podem refletir em decréscimo da produtividade por planta, haja visto

que, a água em quantidades superiores a exigida pela cultura podem refletir de forma negativa pela cultura, além pode contribuir par o uso irracional da água na agricultura.

6.3.7- Produtividade do quiabeiro

Apresenta-se na Figura 18 o comportamento do acréscimo das lâminas de irrigação em relação à produtividade média do quiabeiro. Nota-se que a lâmina de irrigação máxima determinada foi de 102,96% da ECA. Sendo assim, aplicando esta lâmina a cultura apresentaria uma produtividade média de 15,057 t ha⁻¹.

Observa-se na mesma figura, que o efeito das lâminas de irrigação no parâmetro produtividade (t ha⁻¹). Nota-se que o modelo matemático que melhor se ajustou ao conjunto de dados foi o quadrático, com efeito significativo ($p < 0,01$ e a 0,05) e coeficiente de determinação de 0,97.

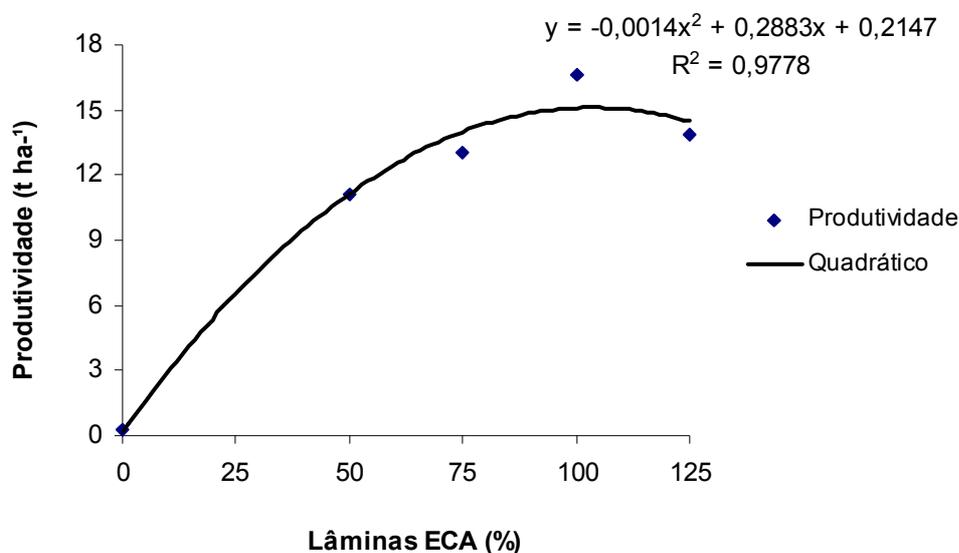


Figura 18- Produtividade do quiabeiro, sob diferentes lâminas de irrigação.

Percebe-se pela mesma figura 18, que aplicação de lâminas superiores à máxima determinada, podem refletir tanto em decréscimo de produção quanto forma incorreta do uso da irrigação. Portanto, embora o quiabeiro seja uma cultura produzida em pequena escala, torna importante minimizar os custos de produção, e o

manejo da irrigação torna uma ferramenta importante para alavancar os processos de produção da cultura do quiabeiro e demais culturas correlatas.

Em estudo realizado por Silva (2012), verifica-se que a produtividade e qualidade de fruto de tomateiro cultivado sob taxas de reposição hídrica, o mesmo relatou um comportamento linear crescente na produtividade do tomateiro em relação às lâminas de irrigação que variavam de 50 a 150% da ECA.

6.3.8- Eficiência do uso da água pelo quiabeiro

Verifica-se por meio da Figura 19, o efeito das diferentes lâminas de irrigação na eficiência do uso da água. Nota-se que o modelo quadrático melhor se ajustou ao conjunto de dados médios deste parâmetro, com um efeito significativo à ($p < 0,01$ e a $0,05$) com um ajuste de 91%.

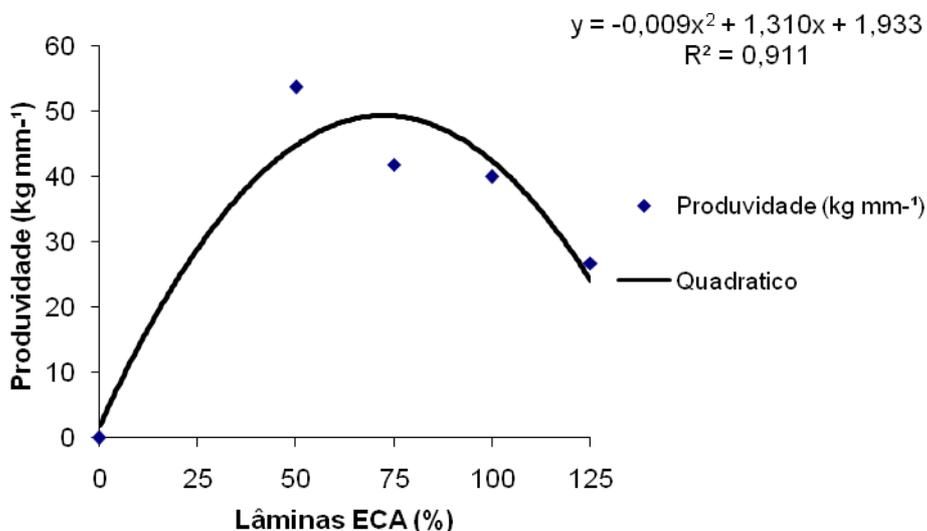


Figura 19- Eficiência do uso de água na produção de quiabo em relação às laminas aplicadas.

Percebe-se que a lâmina máxima estimada de irrigação, na qual obtêm-se maior eficiência do uso de água para a cultura do quiabo é de 72,75% da ECA. Note-se que com esta lâmina a produção é de aproximadamente 49,602 kg por mm⁻¹ de água aplicada. Carvalho et al. (2011), em estudos sobre o manejo da irrigação da cultura da beterraba associada a coberturas mortas, também verificaram que a maior eficiência do uso

da água pela cultura foi obtida com a reposição de 70% da água evapotranspirada através de medidas do tanque Classe A.

Verifica-se através da Figura 19 que a lâmina de 50% da ECA, proporcionou uma boa eficiência no uso da água na cultura do quiabeiro. Porém mediante a escolha da melhor lâmina a ser aplicada não se deve levar em consideração apenas a lâmina que proporciona melhor eficiência no uso da água, não somente a lâmina que proporciona maior produção, torna necessário analisar outros fatores como: disponibilidade energética, hídrica e também de área disponível. Observa-se pela mesma Figura que a aplicação de lâminas de irrigação superiores à exigida pela cultura do quiabo podem refletir em decréscimo na eficiência do uso da água. Lima Júnior et al. (2010) avaliaram a produção de alface americana sob diferentes lâminas e tensões de água no solo, e também verificaram um decréscimo na eficiência do uso de água à medida que aumentavam as lâminas de irrigação.

6.4- Resumo da análise de variância acúmulo de massa totais do quiabeiro

Verifica-se na Tabela 3, os resultados das análises de variância para os parâmetros vegetativos de massa verde e seca do sistema aéreo e radicular da cultura do quiabo. Na mesma Tabela 4, verifica-se que houve efeito significativo das lâminas de irrigação no nível de 1 e 5% de probabilidade. O modelo que se melhor ajustou ao conjunto de dados médios deste parâmetro foi quadrático, nota-se que com acréscimo da lâmina de irrigação a planta respondeu significativamente até 100% da ECA. A lâmina correspondente a 125% da ECA ocasionou decréscimo na maioria dos parâmetros avaliados.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis, Massa Úmida da Parte Aérea (MVPA), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Úmida das Raízes (MUR), Massa Seca de Raízes (MSR), do quiabeiro em função das equações de regressão linear (R.L), regressão quadrática (R.Q), e regressão cúbica (R.C), Santa Helena, 2013.

FV	GL	Quadrados Médios			
		MVPA	MSPA	MVSR	MSSR
Lâminas	4	42742028,71**	1528447,35**	907166,56**	81460,12**
R. L.	1	137676756,00**	4225794,04**	2567114,41**	189150,73**
R. Q.	1	19909912,00**	1125040,70**	944355,00**	88457,36**
R.C.	1	10144785,47*	647808,94**	85017,05 ^{ns}	45091,97*
Desvio Reg.	1	3236661,37	114145,72	32179,77	3140,43
Bloco	3	7277135,16	45356,88	33887,94	2014,62
Resíduo	12	198081090,11	32014,07	50836,16	4284,47
CV (%)		18,63	11,52	16,82	10,57

¹ GL é o grau de liberdade. ** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns} - Não significativo a 5% de probabilidade.

É importante ressaltar que com acréscimo da água fornecida, as plantas responderam significativamente no seu desenvolvimento tanto da parte aérea, quanto do sistema radicular. O fato que pode explicar o efeito de decréscimo na redução da massa total da planta poderá ser atribuído a um maior acúmulo de umidade na superfície que reduziu a taxa de crescimento das raízes.

6.4-1. Massa úmida da parte aérea

Analisando a Figura 20, nota-se que com o acréscimo da lâmina de irrigação ocorreu um maior acúmulo de massa úmida da planta. Este efeito de crescimento ocorreu até a lâmina 100% da ECA. Verifica-se que efeito significativo entre as lâminas avaliadas a 5% de significância, e o modelo que melhor se ajustou ao conjunto de dados médios de massa fresca da parte aérea do quiabo foi o quadrático. Este efeito reforça as informações obtidas no parâmetro vegetativo altura de planta, que resultou em um efeito correlato. Resultados semelhantes também foram observados por Vilas Boas et al. (2007) na cultura da alface e por Soares et al. (2012) na cultura do tomate.

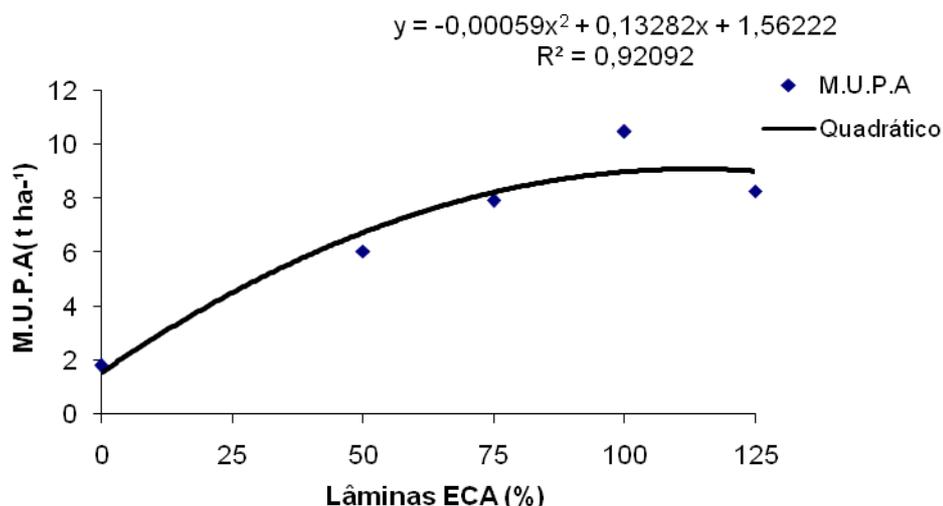


Figura 20:- Massa úmida da parte aérea (t ha⁻¹) do quiabeiro com aplicação de diferentes lâminas irrigação em função da evaporação em Tanque Classe A.

A partir da lâmina 50%, percebe-se que a massa úmida acumulada praticamente triplicou-se o peso úmido da parte aérea em relação à testemunha (0% ECA), com isso atingindo uma massa úmida de 6 toneladas por hectare (t ha⁻¹). Com a lâmina 125%, nota-se um decréscimo de 2,2 toneladas por hectare em relação a 100% da ECA.

A lâmina máxima estimada para acúmulo de massa úmida da parte aérea foi 112,56% da ECA. Verifica-se com esta lâmina a cultura apresenta uma massa média de 9,037 t ha⁻¹. Percebe-se que lâminas superiores a máxima determinada, podem acarretar no decréscimo na massa úmida de raízes da cultura do quiabeiro. Este fato pode ser atribuído devido ao volume maior de água aplicado, com isto resultando em um maior bulbo molhado próximo ao sistema radicular. Por outro lado, a tendência ao baixo acúmulo de raízes, pode estar relacionada ao déficit hídrico.

6.4-2. Massa seca da parte aérea

Verifica-se pela Figura 21, que o acréscimo das lâminas de irrigação refletiu em efeito significativo quanto a parâmetro massa seca da parte aérea do quiabeiro. Nota-se um comportamento semelhante ocorrido na MUPA. Porém, percebe-se que a lâmina 125% apresentou um menor acúmulo de massa seca quando comparado à

lâmina 75%. Esses dados reforçam a teoria que a água quando aplicada em quantidades superiores a exigida pela cultura, a mesma poderá não responder de forma positiva.

O modelo que melhor se ajustou ao conjunto de dados médios de massa seca da parte aérea foi o quadrático, apresentando um ajuste de 87,53%. Essas informações implicam que 87% das variações ocorridas no parâmetro massa seca da parte aérea podem estar relacionadas com as diferentes lâminas de irrigação.

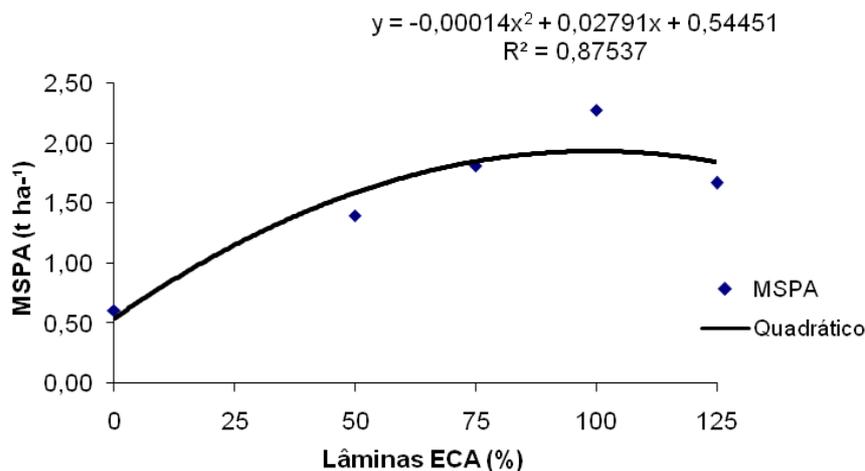


Figura 21- Massa seca da parte aérea (t ha⁻¹) do quiabeiro com aplicação de diferentes lâminas irrigação em função da evaporação em tanque Classe A.

A lâmina máxima estimada deste parâmetro para o quiabeiro foi de 99,678% da ECA, com isso apresentando um acúmulo de massa seca de 1,935 t ha⁻¹. Soares et al. (2012) trabalhando com a tomateiro submetido a diferentes lâminas de irrigação notaram também que o modelo quadrático de regressão quadrático foi o que melhor se adaptou aos dados para esta variável. Estes mesmos autores verificaram que a lâmina de 97% da ETr proporcionou um maior acúmulo em termos de massa seca da parte aérea para o tomateiro. Nota-se pela Figura 21 que a lâmina de 50% da ECA apresentou resultados semelhantes à testemunha produzindo apenas 0,1 t ha⁻¹ a mais do que lâmina 0% ECA. Essas informações obtidas mostram a importância de um bom manejo da irrigação visando à eficiência do uso da água.

6.4-3. Massa úmida do sistema radicular

Na Figura 22, verificam-se os dados médios do acúmulo de massa úmida do sistema radicular da cultura do quiabo. Nota-se que com acréscimo das lâminas

resultou em um acréscimo na massa total quando comparado a testemunha. No entanto, percebe-se que a lâmina máxima determinada para cultura neste parâmetro deve ser 92,73% da ECA. A aplicação da lâmina máxima determinada resultaria em um acúmulo de aproximadamente $1,367 \text{ t ha}^{-1}$

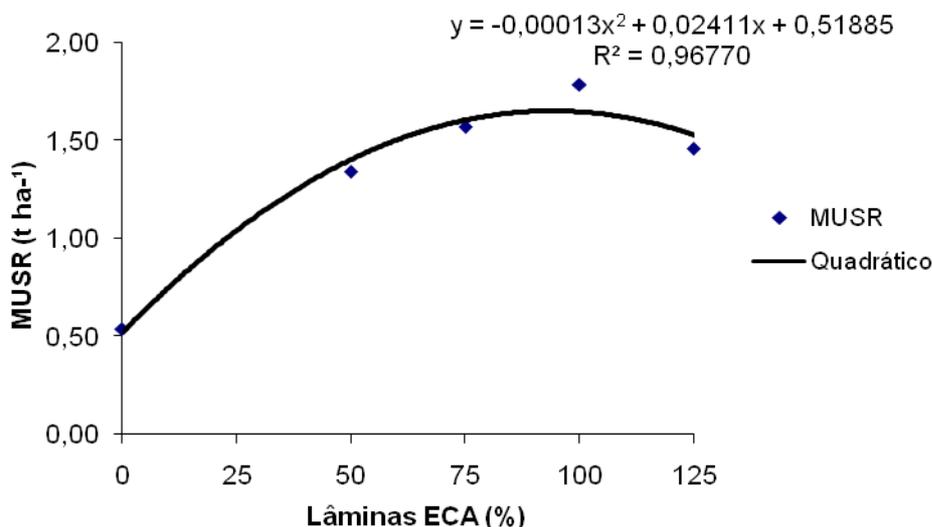


Figura 22- Massa úmida do sistema radicular (t ha^{-1}) do quiabeiro com aplicação de diferentes lâminas irrigação em função da evaporação em Tanque Classe A.

Na comparação entre ambas as lâminas de irrigação, percebe-se que ocorreu diferenças significativa entre as mesmas tanto à 1 e 5% de significância. Devido o decréscimo ocorrido com lâminas acima de 92,73% da ECA, o modelo quadrático permitiu um ajuste de 96%. A lâmina de irrigação aplicada à 75% da ECA foi semelhante a lâmina 125%, produzindo uma massa úmida de $0,21 \text{ t ha}^{-1}$ menor que a lâmina superior acima (100%). Quando comparado as lâminas 75 e 125%, percebe-se que a lâmina menor produziu uma massa de $0,12 \text{ t ha}^{-1}$ a mais do que a 125% da ECA.

6.4-4. Massa seca do sistema radicular

Analisando a Figura 23, verifica-se o comportamento do sistema radicular em função do acréscimo de lâminas de irrigação na cultura do quiabo. Verifica-se na mesma que ocorreu efeito significativo entre as lâminas avaliadas. Quando comparado

lâminas, percebe-se que até 82,62% da ECA, ocorreu um maior acúmulo de massa seca do sistema radicular.

Observa-se na mesma figura, que o efeito das lâminas de irrigação no parâmetro massa seca do sistema radicular ($t\ ha^{-1}$). Nota-se que o modelo matemático que melhor se ajustou ao conjunto de dados foi o quadrático, com efeito significativo ($p < 0,01$ e a 0,05) e coeficiente de determinação de 0,85.

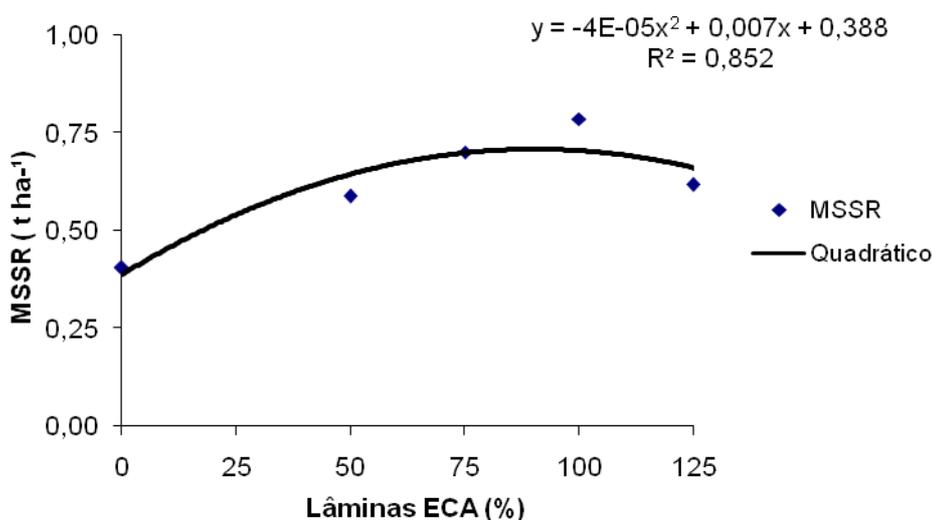


Figura 23- Massa Seca do Sistema Radicular ($t\ ha^{-1}$) do quiabeiro com aplicação de diferentes lâminas irrigação em função da evaporação em tanque Classe A.

O fato da lâmina 125% da ECA ter apresentado decréscimo no acúmulo de massa seca, pode ser atribuído devido à presença da maior umidade na superfície pode ter acarretado em um menor desenvolvimento da mesma. Para ilustrar este comportamento, o modelo quadrático se ajustou ao conjunto de dados médios da massa seca do sistema radicular.

Quando feito o comparativo, entre as lâminas 75 e 125% da ECA, percebe-se que a primeira lâmina proporcionou um acúmulo de massa correlata a segundo. Neste contexto, nota-se que o volume de água aplicada na lâmina 125% da ECA, foi 50% maior do que a lamina 50%, portanto mais uma vez reforça a questão do manejo correto da irrigação.

7- CONCLUSÕES

- A aplicação de diferentes lâminas de irrigação influencia de forma significativa o desenvolvimento vegetativo e produtivo da cultura do quiabo – Santa Cruz 47.

A lâmina de 50% da ECA apresenta maior eficiência quanto ao uso da água na cultura do quiabo;

- O modelo linear melhor ajustou ao conjunto de dados médios do número de brotações laterais, havendo a necessidade de testar novas lâminas para determinar a lâmina máxima recomendada.

Para parâmetros: Altura média de planta; diâmetro médio de caule, diâmetro médio de fruto, comprimento médio de fruto, Peso médio de fruto; produtividade e eficiência do uso da água, o modelo quadrático permite um bom ajuste do conjunto de dados, permitindo determinar as lâminas máximas recomendadas.

A lâmina de irrigação que proporciona a maior produtividade é a de 102% da ECA.

8- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABDELRAOUF, R. E. et al. Effect of pulse irrigation on clogging emitters, application efficiency and water productivity of potato crop under organic agriculture conditions. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Amman, v. 6, n. 3, p. 807-816, 2012.

AGUIAR, F. M. **Resistência de acessos de quiabeiro à murcha-de-fusário**. 2011. 53f. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco 2011.

ANDRADE JUNIOR, A. S. et. al. Respostas de cultivares de alface a diferentes níveis de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n.2, p.95-97, 1992.

ALMEIDA, D. et al. Carbono, nitrogênio e fósforo microbiano do solo sob diferentes coberturas em pomar de produção orgânica de maçã no sul do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 1069-1077, 2012.

ARAGÃO, V. F. et al. Efeito de diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio na fase vegetativa do pimentão em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 5, n. 4, p. 361-375, 2011.

BROEK, R. V. D. *et al.* Controle Alternativo de Oídio (*Erysiphe cichoracearum*) em Quiabeiro (*Hibiscus esculentus*). **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 27, n.1, p. 23-26, 2003.

ARAÚJO, W. F. et al. Rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 115-120, 2010.

CARDOSO, H. E. A.; MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C. As águas na agricultura. In: **Agroanalysis**. Instituto Brasileiro de Economia. Centro de Estudos Agrícolas. Rio de Janeiro, v.19, n.3, p.27-28, 2005.

CARVALHO, D. F. et al. Manejo da irrigação associada a cobertura mortas vegetais no cultivo orgânico de beterraba. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, p. 269-277, 2011.

CASTRO, M. M. **Qualidade fisiológica de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos**. 2005. 43f. Dissertação (mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, 2005.

CAVALCANTE, L. F. et al. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. 2010, Seminário de Ciências agrárias, Londrina, PR. **Anais...** v. 31, n. 1, p. 19-28, jan.-mar., 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Editora UFV. Viçosa, 402p. 2000.

GALATI, V.C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro ‘Santa Cruz 47’**. 2010, 26p. Dissertação (mestrado) - Jaboticabal: UNESP. 2010.

GONÇALVES, G. C. Estudo da viabilidade técnica da produção de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) e jiló (*Solanum gilo*) em Planaltina-GO. (Conclusão do CURSO DE AGRONOMIA), UPIS, Faculdades Integradas, 2009. Disponível em: <http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/2010_2/>. Acesso em: 11 de março de 2013.

HENRIQUE, F. A. N; DANTAS, R. T. Estimativa da evapotranspiração de referencia em Campina Grande, Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 11, n. 06, p. 594-599, 2007.

KALUNGU, J. W. 2008. Resposta do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio, cobertura do solo em ambiente protegido. Piracicaba, SP: ESALQ. 80p. (Tese de mestrado).

KOETZ, M. et al. Caracterização agrônômica e brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no Sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, CE, v.4, n.1, p.14–22, 2010.

KROHN, N. G. **Adubação nitrogenada para cultura do quiabeiro e teste de envelhecimento acelerado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Mestrado em Agronomia. Ilha Solteira, 83 f., 2005.

LIMA JÚNIOR, J. A. et al. Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, s. 1, p. 2681-2688, 2012.

LIMA JÚNIOR, J.A. et al. Produção da alface americana sob diferentes lâminas e tensões de água no solo. In: XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 2010, Lavras. Anais. Lavras, UFLA, 5p.

MARQUELLI, W.A. & SILVA, W.L.C. Tensões-limite de água no solo para o cultivo do tomateiro para processamento irrigado por gotejamento. Brasília: Embrapa Hortaliças, 17p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças , 37), 2008.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro, 421p. 1979.

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

PELÚZIO, J.B.E. **Crescimento da alface (*Lactuca sativa L.*) em casa de vegetação com seis níveis de água e cobertura do solo filmes coloridos de polietileno**. Viçosa. 102p. Tese (MS) – Universidade Federal de Viçosa. 1992.

PEREIRA, A. J.et. al. Efeitos de níveis de reposição e frequências de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 117-120, 1999.

RIBEIRO, P. A. A.; COELHO, R. D.; TEIXEIRA M. B. Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidades de água. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 279-287, 2010.

SÁ, N. S. A. et al. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 341-347, 2005.

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

SILVA, J.A; SILVA, F.G; DUTRA, A .F; SILVA, J. M; MELO,A.S; Produtividade e qualidade de fruto de tomateiro cultivado sob taxas de reposição hídrica. **In.: Inovagri International Meeting & IV Winotec - Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação**. Fortaleza. p.1-5. 2012.

SILVA, L. C.; RAO, T. V. R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v. 10, n. 1, p. 128-131, 2006.

SOARES, L. A. A. et al. Cultivo do tomateiro na fase vegetativa sobre diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campus de Patos, v. 8, n. 2, p.38-45, 2012.

TOPAK, R.; SÜHERI, S.; ACAR, B. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian. **Irrigation Science**, Berlin Heidelberg, v. 29, p. 79-89, 2011.

VALIATI, I., et al. Eficiência da irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 1, n. 2, p. 53-66, 2012.

VILAS BOAS, R. C et al. Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 4, p. 393-397, 2007., p. 79-89, 2011.