



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Luan Wamberg dos Santos

**DEMANDA HÍDRICA E CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS
DO PIMENTÃO CULTIVADO EM VASOS SOB AMBIENTE
PROTEGIDO EM JUAZEIRO-BA**

JUAZEIRO – BA
2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Luan Wamberg dos Santos

**DEMANDA HÍDRICA E CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS
DO PIMENTÃO CULTIVADO EM VASOS SOB AMBIENTE
PROTEGIDO EM JUAZEIRO-BA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, concentração em Engenharia de Água e Solo, como requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão

JUAZEIRO – BA
2018

	Santos, Luan Wamberg dos.
S237d	Demanda hídrica e características produtivas do pimentão cultivado em vasos sob ambiente protegido em Juazeiro/BA - Luan Wamberg dos Santos. - - Juazeiro-BA 2018.
	xiii, 72f. ; 29 cm.
	Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2018.
	Orientador: Prof. Dr. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão.
	1. Pimentão - Cultivo. 2. Evapotranspiração. 3. Irrigação agrícola. I. Título. II. Leitão, Mário de Miranda Vilas Boas Ramos. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 641.35643

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecário: Renato Marques Alves

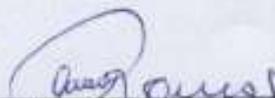
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

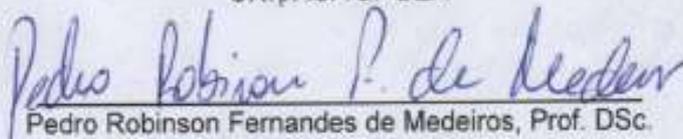
Luan Wamberg dos Santos

“DEMANDA HÍDRICA E CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DO
PIMENTÃO CULTIVADO EM VASOS SOB AMBIENTE
PROTEGIDO EM JUAZEIRO-BA”

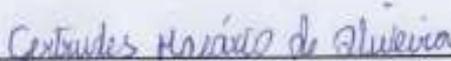
Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação *Strito Sensu* em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.



Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão, Prof. D.Sc.
UNIVASF/CPGEA



Pedro Robinson Fernandes de Medeiros, Prof. DSc.
UNIVASF/CPGEA



Gertrudes Macário de Oliveira, Profa. D.Sc.
UNEB/PPGHI

Juazeiro-BA, 24 de Julho de 2018.

Dedico

Aos meus pais (José Orlando dos Santos e Maria Divacilda Luziel dos Santos), minha tia querida (Ângela Maria dos Santos) e minha avó (Ivete Luiza Lima) por sempre acreditarem no meu potencial e por tudo que fazem por mim mesmo de longe. Ao meu avô Benedito Nascimento dos Santos (in memoriam) que se faz presente em todos os dias da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meus passos dia após dia conduzindo-me sempre no caminho da verdade e me dando forças pra seguir adiante.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Dr. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão, pela orientação do mestrado; pelos conselhos, paciência, oportunidade de trabalhar em sua equipe e principalmente pelo empenho que teve em conduzir o experimento.

Ao professor Dr. Pedro Robinson Fernandes de Medeiros pela coorientação no mestrado e por toda ajuda que me deu como coordenador do programa.

As minhas irmãs (Luana Kamila dos Santos e Larissa Karla dos Santos) por sempre me apoiarem e se orgulharem de mim.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco – *Campus Juazeiro* por possibilitar-me oportunidade de adquirir conhecimentos primordiais e essenciais para formação como mestre em Engenharia Agrícola.

A minha noiva Monica dos Santos Ferreira, que sempre esteve ao meu lado, apesar de distantes fisicamente, sempre esteve presente em meu coração e que isso tudo só aconteceu graças a você.

Ao meu amigo Thiago Ferreira Cirilo, que topou sair do conforto de casa e encarar essa etapa da vida ao meu lado e ser como um irmão mais velho. Faltam-me palavras pra agradecer você nesse momento.

A todos os meus familiares que sempre foram à base sólida para a minha caminhada e que sempre acreditaram em mim.

Ao amigo Leonardo Torres, por toda ajuda durante o mestrado, principalmente na condução dos experimentos. Agradeço por tudo que fez por mim e pelos conselhos que sempre me deu. Saiba que é um irmão que a vida me deu.

A minha amiga e companheira de experimento Camila de Souza Santana, só tenho a agradecer por tudo que fez para que esse experimento desse certo.

Ao pessoal do LabMet (Emerson Damasceno e Manoel Gregório) por toda ajuda que deram na implantação e condução do experimento e principalmente pela amizade e confiança de vocês.

A professora Dra. Gertrudes Macário de Oliveira por todas as correções pontuais para melhoria dessa dissertação.

A Carolina Torres por sempre me ajudar em tudo, desde minha chegada a Juazeiro, pois sempre que precisei de alguma coisa ela estava do meu lado tentando ajudar da melhor forma.

Aos amigos do mestrado (Amélia Carvalho, Ana Carla, Fabiana Torres, Fabrício Landim, Gilmara Pires, Jadna Mylena, Janielle Souza, Marcelo José, Ricardo Rivelino, Suzany Nascimento e Victor Hugo) por sempre estarem ao meu lado, tanto nos momentos acadêmicos, quanto fora deles.

A todos os professores do mestrado de Engenharia Agrícola, que influenciaram na minha aprendizagem acadêmica, principalmente ao professor Dr. Clóvis Manoel Carvalho Ramos por fazer tudo que podia por mim.

Aos amigos que fiz nas dependências da UNIVASF (Francisco Max, Tales Seabra, Luan Setúbal, Ítalo Emannuel, Isadora Benevides, Jamilly, Marcos, Filipe, Matheus) por todos os momentos de descontração e amizade que passamos juntos.

Aos técnicos de setores, e principalmente o pessoal de apoio, sendo esses essenciais para a manutenção da Universidade.

Por fim a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho, mostrando que a amizade é tudo.

“As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todo dia, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos”.

Paulo Beleki

SANTOS, L. W. dos. **Demanda hídrica e características produtivas do pimentão cultivado em vasos sob ambiente protegido em Juazeiro-BA.** 2018. 71f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. Juazeiro-BA.

RESUMO

O cultivo do pimentão a céu aberto em regiões de clima quente como a região Norte da Bahia apresenta baixa produtividade, nos períodos de primavera e verão, diante disso, como uma alternativa para aumentar a produtividade, o cultivo em ambiente protegido tem-se mostrado promissor. Entretanto, o material utilizado na cobertura modifica o balanço da radiação e o balanço de energia em relação ao ambiente a céu aberto. Ou seja, a cobertura altera as condições climáticas no interior do ambiente, reduzindo a incidência de radiação solar, diminuindo a temperatura e a evapotranspiração. Objetivou-se neste trabalho avaliar a demanda hídrica e as características produtivas do pimentão cultivado em vasos sob ambiente coberto com tela de sombreamento em Juazeiro/BA. A pesquisa foi reconduzida no Campus da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro/BA, em um ambiente coberto com tela de sombreamento. O experimento foi em delineamento casualizado em blocos no esquema de faixa, com seis repetições. Adotaram-se quatro taxas de reposição hídrica (70%, 80%, 90% e 100% da evapotranspiração da cultura) e utilizou-se dois tipos de vasos: circulares (12 litros) e quadrados (10 litros). A medida direta da evapotranspiração da cultura foi obtida a partir de lisímetros de lençol freático constante, fazendo-se a diferença de leituras a cada 24 horas. Os resultados indicaram que ao longo ciclo de desenvolvimento, nos vasos quadrados a demanda hídrica do pimentão foi de 124,4 mm, enquanto nos vasos circulares foi de 119,3 mm. Os coeficientes de cultivo obtidos para estádios de desenvolvimento da cultura: do final da 1ª fase até 70% da fase de desenvolvimento vegetativo; desta última fase até o início da maturação até a fase da colheita foram respectivamente: 0,75; 1,0 e 0,85 para vasos quadrados e 0,75; 0,95 e 0,80 para vasos circulares. A taxa de reposição hídrica (100% ETc) possibilitou a obtenção dos melhores resultados para todas as variáveis avaliadas. Por outro lado, os vasos quadrados apresentaram melhores resultados que os vasos circulares para todas as variáveis analisadas. A maior produtividade (6333,67 Kg/ ha) foi obtida nos vasos quadrados com a lâmina de 100% da ETc.

Palavras-chave: Produtividade. Lisímetria. Evapotranspiração. Irrigação.

SANTOS, L. W. dos. **Water demand and productive characteristics of sweet pepper cultivated in pots under protected environment in Juazeiro-BA.** In 2018. 71f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Federal University of San Francisco Valley - UNIVASF. Juazeiro-BA.

ABSTRACT

The cultivation of open pepper in hot climates such as the northern region of Bahia presents low productivity, especially in the spring and summer periods; and as an alternative to increase productivity, protected-environment cultivation has shown promise. However, the material used in the cover changes the balance of the radiation and the energy balance in relation to the exterior, thus altering evapotranspiration. The objective of this work was to evaluate the water demand and productive characteristics of the pepper cultivated in pots under protected environment in Juazeiro, BA. The research was carried out in the experimental area of the Federal University of the São Francisco Valley (UNIVASF) - Campus Juazeiro-BA, in an environment covered with shading screen. The experiment was designed in a randomized block design with four water replacement rates (70%, 80%, 90% and 100% of crop evapotranspiration) and two types of pots: circular (12 liters) and squares (10 liters) with six replicates. The direct measurement of the evapotranspiration of the crop was made in constant water table lysimeters, making the difference of readings every 24 hours. The water demand of the pepper culture in an area covered with a shade screen in the spring-summer period was 124.4 mm for square vessels and 119.3 mm for circular vessels. The cultivation coefficients for the different stages of development of the culture were: 0.75; 1.0 and 0.85 for square vessels and 0.75; 0.95 and 0.80 for circular vessels in phases 2, 3 and 4. The higher water replacement rate (100% ET_c) allowed the best results to be obtained for all variables evaluated. The square vessels presented better results than the circular vessels for all variables evaluated. The highest productivity (6333.67 kg ha⁻¹) was found with the 100% ET_c blade in square pots.

Key words: Productivity. Lysymmetry. Evapotranspiration. Irrigation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica da cidade de Juazeiro-BA (A) e Área experimental (B).	29
Figura 2. Pimentão híbrido Sucesso.....	30
Figura 3. Transplântio das mudas de pimentão, área experimental, UNIVASF-Campus Juazeiro, BA.....	30
Figura 4. Vista da área experimental, UNIVASF-Campus Juazeiro, BA.....	31
Figura 5. Conjuntos de lisímetros de lençol freático constante para vasos quadrados (A) e vasos circulares (B).	33
Figura 6. Reservatório de alimentação e caixa regulatória de nível freático.	34
Figura 7. Reservatório de suprimento com detalhe da escala de leitura.	34
Figura 8. Vista dos lisímetros instalados na área experimental.....	35
Figura 9. Pluviômetro Vilas Boas instalado na área experimental.....	36
Figura 10. Variação da evapotranspiração da cultura (ET _c) do pimentão amarelo para vasos quadrados e circulares.....	40
Figura 11. Evapotranspiração de referência determinada pelo método de Peman-Monteith para Juazeiro-BA.	42
Figura 12. Variação das temperaturas máximas e mínimas para a cidade de Juazeiro-BA.....	44
Figura 13. Massa fresca (A) e seca (B) dos frutos em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.....	46
Figura 14. Massa fresca e seca das folhas em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.	48
Figura 15. Massa fresca do caule em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso, em vasos circulares e quadrados.	51
Figura 16. Massa seca do caule em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.	52
Figura 17. Massa fresca da raiz em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.	54
Figura 18. Massa seca da raiz em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.	56
Figura 19. Produtividade em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.	59
Figura 20. Número de frutos em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.	59
Figura 21. Eficiência do uso da água em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo da área experimental em Juazeiro-BA.	32
Tabela 2 - Recomendação para cultura do Pimentão.....	32
Tabela 3. Coeficiente de cultivo (Kc) para diferentes estágios de desenvolvimento do pimentão em Juazeiro-BA.	43
Tabela 4. Resumo de ANAVA para massa fresca do fruto (MFFr) e massa seca do fruto (MSFr).	45
Tabela 5. Teste de média para massa fresca e seca dos frutos em diferentes tipos de vasos.....	46
Tabela 6. Resumo de ANAVA para massa fresca da folha (MFFo) e massa seca da folha (MSFo).....	47
Tabela 7. Teste de média para massa seca da folha em diferentes tipos de vasos.	49
Tabela 8. Resumo de ANAVA para massa fresca do caule (MFC) e massa seca do caule (MSC).	49
Tabela 9. Massa fresca do caule (g) de pimentão amarelo na interação entre lâminas, para os diferentes tipos de vasos.	50
Tabela 10. Teste de média para massa seca do caule em diferentes tipos de vasos	52
Tabela 11. Resumo de ANAVA para massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR).	53
Tabela 12. Massa fresca da raiz (g) de pimentão amarelo na interação entre lâminas, para os diferentes tipos de vasos.	54
Tabela 13. Massa seca da raiz (g) de pimentão amarelo na interação entre lâminas, para os diferentes tipos de vasos.....	55
Tabela 14. Resumo de ANAVA para Produtividade (PROD) e Número de Frutos (NF).	57
Tabela 15. Produtividade (kg ha^{-1}) de pimentão amarelo na interação entre lâminas, para os diferentes tipos de vasos.....	58
Tabela 16. Teste de média para número de frutos em diferentes tipos de vasos.....	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. Produção de hortaliças no Brasil	16
2.2. Cultura do Pimentão	17
2.3. Cultivo em ambiente protegido	18
2.4. A água na agricultura	21
2.5. Elementos Climáticos	24
2.5.1.1. Evapotranspiração de Cultura (ETc)	26
2.5.2. Coeficiente de Cultivo (Kc)	26
2.6. Lisímetria	27
2.7. Demanda Hídrica	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Localização da área experimental	29
3.2. Produção de mudas e implantação do experimento	29
3.3. Delineamento experimental	31
3.4. Adubação do solo	32
3.5. Lisímetros de lençol freático constante	33
3.6. Evapotranspiração da Cultura (ETc) e Sistema de irrigação	35
3.7. Evapotranspiração de Referência (ETo) - Penman-Monteith FAO	38
3.8. Coeficiente de Cultivo (Kc)	38
3.9. Avaliação da cultura	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Evapotranspiração da Cultura (ETc)	40
4.2. Evapotranspiração de Referência (ETo)	41
4.3. Coeficiente de Cultivo (Kc)	42
4.4. Temperatura do ar	43
4.5. Massa fresca e seca dos frutos	44
4.6. Massa fresca e seca das folhas	47
4.7. Massa fresca e seca dos caules	49
4.8. Massa fresca e seca da raiz	52
4.9. Produtividade e Número de frutos	57
4.10. Eficiência do uso da água	60
5. CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1. INTRODUÇÃO

O pimentão é originário do continente americano, ocorrendo variadas formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile, em regiões com temperaturas amenas ou elevadas; pertence à espécie botânica *Capsicum annuum*, uma solanácea perene, cultivada como planta anual. É uma hortaliça tipicamente de clima tropical, cultivada em todo território nacional, sendo uma das hortaliças de maior importância econômica no mercado hortigranjeiro brasileiro.

No nordeste brasileiro, destacam-se como principais produtores do pimentão os estados do Ceará, Bahia e Pernambuco. No entanto, a Bahia apesar de estar entre os maiores produtores de pimentão do Nordeste, as condições climáticas de algumas áreas de sua região semiárida impedem o cultivo comercial dessa cultura em alguns períodos do ano, como o Vale do Submédio São Francisco (ARAQUAM, 2013).

A região do Submédio São Francisco caracteriza-se por apresentar condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de culturas irrigadas e assim, vem se destacando nos cenários nacional e internacional pela elevada produção de frutas de alta qualidade, principalmente, uva e manga. Entretanto, quanto à produção de olerícolas, a alta incidência de radiação solar e conseqüentemente, temperaturas elevadas nessa região, principalmente no período primavera-verão podem limitar a verticalização da produção de algumas hortaliças nesse período.

De acordo com Araquam (2013), no Vale do Submédio São Francisco, as altas temperaturas e os elevados índices de radiação têm sido fatores limitantes da produção de olerícolas, principalmente no segundo semestre. Deste modo, a busca de tecnologias que minimizem os efeitos adversos do clima, tem sido o grande desafio dos pesquisadores.

A utilização de coberturas em épocas de condições climáticas mais severas desponta como alternativa para a horticultura, haja vista que ela reduz os efeitos da variabilidade ambiental, melhora o desenvolvimento dos cultivos, permitindo a produção durante todo o ano (SILVA et al., 1999). Esse sistema de produção agrícola é utilizado para proteger as plantas contra os agentes meteorológicos e permitir a passagem da luz, já que essa é essencial para realização da fotossíntese. Permite a realização de cultivos em épocas que normalmente não seriam escolhidas

para a produção a céu aberto e possibilita controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica (SANTOS et al., 2010).

O cultivo em ambiente protegido surgiu na Europa, pela necessidade de obtenção de ambientes favoráveis ao cultivo de plantas no inverno. Atualmente, com o desenvolvimento tecnológico, é possível controlar não só a temperatura, mas também a umidade, os teores de oxigênio, de gás carbônico e os níveis de fertilizantes. Embora com custos de produção maiores em relação à exploração tradicional, o cultivo em ambiente protegido proporciona colheitas na entressafra, quando os preços são maiores.

Devido à grande sensibilidade das hortaliças às adversidades meteorológicas em cultivo a céu aberto, a produção dessas culturas em ambientes protegidos está crescendo, com a finalidade de se obter maior produtividade, precocidade e melhor qualidade. Para assegurar a produção de um grande número de culturas agrícolas de interesse econômico e garantir oferta o ano todo, entre as alternativas destacam-se, a irrigação e o cultivo em ambiente protegido (SILVA, 2011). Quanto à irrigação, para um adequado manejo, qualquer que seja a cultura, é essencial a determinação da evapotranspiração.

A evapotranspiração consiste em um processo natural de perda de água do solo e da planta para atmosfera, constituindo-se um parâmetro de grande relevância para o dimensionamento e o manejo de sistema de irrigação (SANTOS et al., 2008). Quando se compara o cultivo em ambiente protegido com o cultivo a céu aberto, verifica-se que a evapotranspiração é geralmente menor no interior do ambiente protegido que externamente, atribuindo-se, basicamente, à parcial capacidade da cobertura plástica e a redução da ação dos ventos, principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera (VÁSQUEZ et al., 2005).

O conhecimento da evapotranspiração é crucial na avaliação da quantidade de água exigida por determinada cultura, principalmente em regiões áridas, ou com secas regulares, onde o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade são limitadas pelo fator hídrico (GALVANI & ESCOBEDO, 2001).

Sabe-se que a agricultura irrigada é destacada como a atividade de maior consumo de água e, diante do cenário atual, quanto à preocupação com a preservação desse recurso natural, ações no sentido de preservá-lo são imperativas.

Nesse contexto, o conhecimento do consumo de água nas diversas etapas de desenvolvimento das plantas cultivadas, permite que a administração da irrigação seja feita de forma mais racional, de acordo com a real exigência da cultura, evitando assim, desperdício de recursos hídricos, minimizando os impactos ao meio ambiente, além de aumentar a rentabilidade das atividades agrícolas. Por outro lado, a técnica de cultivo em ambiente protegido auxilia na redução das necessidades hídricas (irrigação) por meio do uso mais eficiente da água pelas plantas e pela redução de fatores inerentes à evapotranspiração (OLIVEIRA et al., 2014).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar a demanda hídrica e características produtivas do pimentão cultivado em vasos sob ambiente protegido em Juazeiro, BA.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção de hortaliças no Brasil

No Brasil, a olericultura é uma atividade agrícola de grande relevância socioeconômica, que ganhou destaque no cenário nacional a partir de 1970, com a criação de núcleos de pesquisa e desenvolvimento voltados para o cultivo de hortaliças, adaptadas às condições edafoclimáticas do país. Ao longo dos anos, os centros de pesquisa como o Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, a partir de 1997 denominado Embrapa Hortaliças, desenvolve junto a outras instituições de pesquisa uma série de melhorias, orientações e tecnologias para o avanço da horticultura brasileira (CARVALHO et al., 2013).

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), em 2014 o Brasil exportou 307,83 mil toneladas de hortaliças, movimentando 281,31 milhões de dólares. Nas importações houve uma redução de quase 150 mil toneladas em comparação a 2013, com as importações ultrapassando 1 milhão de toneladas e recuando para 860,39 mil toneladas em 2014, correspondendo a quase 1 bilhão de dólares. Esses dados mostram um comércio bastante desfavorável para o Brasil, que importa quase três vezes mais do que exporta (SANTOS et al., 2015).

As propriedades familiares representam mais de 80% das unidades de produção nacionais, com mais de 12 milhões de pessoas ou aproximadamente 75% do total de empregos gerados em atividades rurais. Além disso, a agricultura familiar é responsável direta por aproximadamente 70% dos alimentos que compõem a mesa brasileira (FAO, 2014). A produção que resulta da agricultura familiar se destina basicamente às populações urbanas e locais, o que é essencial para a segurança alimentar e nutricional brasileira.

2.2. Cultura do Pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma dicotiledônea pertencente à família das Solanáceas, e é cultivado em todo território brasileiro (ECHER et al., 2002). É tipicamente de origem americana, ocorrendo de formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile (FILGUEIRA, 2008).

O sistema radicular pode atingir até 100 cm de profundidade, mas normalmente fica em torno dos 30 cm; seu caule é pubescente, a altura varia de 40-100 cm para plantio no campo e de 75-150 cm para cultivo protegido (LIMA et al., 2006).

Analisando os resultados de Ishikava e Figueiredo (2011), os mesmos demonstram que a produtividade média da cultura do pimentão em uma área de 1000 m² no campo a céu aberto é 2500 kg, enquanto que em ambientes protegidos atinge 12000 kg, um ganho de 480%.

A produção brasileira de pimentão em 2010 foi de aproximadamente 249 mil toneladas, concentrando-se principalmente nas regiões Sudeste com 44%, Nordeste com 31%, Sul com 15% e Norte 1%, com produtividade média de até 200 ton.ha⁻¹, sendo a região Sudeste a maior produtora. Na região Nordeste os principais estados produtores são Ceará, Bahia e Pernambuco (IBGE, 2012).

Segundo Filgueira (2008), embora o pimentão floresça e frutifique em qualquer comprimento do dia, o florescimento, a frutificação e a maturação dos frutos são mais precoces em dias curtos, favorecendo a produtividade. O ciclo da cultura está associado à quantidade de graus-dia para cada estágio de desenvolvimento. Desta forma, o uso de tela de sombreamento pode proporcionar temperaturas menos elevadas e viabilizar o cultivo em épocas desfavoráveis.

De acordo com Pereira (2006), em condição de sequeiro, os melhores rendimentos da cultura do pimentão são obtidos para índices pluviométricos variando de 600 a 1200 mm, bem distribuídos durante o estágio de crescimento da cultura. No entanto, precipitações intensas durante a floração provocam queda de flores e o mau estabelecimento dos frutos. Solos com textura média, boa drenagem e pH entre 5,5 e 6,8 favorecem o desenvolvimento da cultura do pimentão.

2.3. Cultivo em ambiente protegido

Segundo Oliveira (1997) o cultivo em ambiente protegido permite uma série de vantagens para as culturas: menor lixiviação dos nutrientes do solo, controle mais eficiente de pragas e doenças, proteção contra intempéries climáticas como as chuvas, vento, granizo, frio e índices elevados de radiação e precocidade, gerando consequentemente melhoria na qualidade dos produtos e aumento de produtividade. Como desvantagens, Oliveira (1995) afirma que dependendo do clima da região e o tipo de cobertura utilizada deve-se ter cuidado especial com a elaboração de sistemas de irrigação e com a ventilação.

Para Cunha et al. (2002), o cultivo protegido apesar de receber menor quantidade de radiação solar global é mais eficiente na conversão da radiação líquida disponível em matéria seca total e na produtividade de frutos na cultura de pimentão, em relação ao cultivo a céu aberto. Os valores do saldo de radiação de ondas longas a céu aberto tendem a ser mais negativos, ou seja, ocorre maior perda de energia para a atmosfera do que no ambiente protegido, devido à cobertura dificultar a passagem da radiação de onda longa.

A cobertura da casa de vegetação altera parâmetros como temperatura do ar e do solo, umidade do ar, vento, balanço de radiação e energia e, por consequência a evapotranspiração (GALVANI et al., 1998). O saldo de radiação é a principal fonte de energia para diversos processos naturais, entre os quais, o aquecimento do ar e do solo (fluxo de calor sensível e fluxo de calor no solo), a evaporação e a transpiração (fluxo de calor latente) e também a fotossíntese, além de participar indiretamente de outros processos (SENTELHAS et al., 2001).

As telas são projetadas, especificamente, para modificar a radiação incidente em termos de espectro e dispersão (ELAD et al., 2007). Conforme a cor da tela é possível modificar os padrões de crescimento das culturas (MACEDO et al., 2011) e gerar mudanças em várias características anatômicas, fisiológicas, morfológicas e bioquímicas das plantas (BRANT et al., 2009).

Telas de sombreamento podem ser brancas, pretas, cinzas, azuis, vermelhas ou termo refletoras. A finalidade do uso dessas telas está relacionada a fatores como: redução da radiação fotossintética, alteração da temperatura do ar e do solo, redução da evapotranspiração, melhora do rendimento da cultura e proteção contra

fortes chuvas e granizo. Entretanto, é preciso tomar certos cuidados com seu uso, pois, em algumas situações (telas muito escuras e com grande capacidade de sombreamento), podem afetar o desenvolvimento da planta na assimilação de CO₂ pela fotossíntese e causar problemas de estiolamento da planta (crescimento da planta em altura mais do que deveria, gerando enfraquecimento) (FIGUEIREDO & LEITE, 2011).

De acordo com Retamales et al. (2008) as malhas das telas são produzidas com aditivos especiais que as convertem em singulares filtros de luz, para manipular o espectro de luz solar. A qualidade da luz incidente sobre a cultura é mais benéfica, devido à malha da tela converter parte da luz direta em luz difusa. Deste modo, como a luz difusa é distribuída de forma mais uniforme às plantas estimula a fotossíntese. Diante disso, a manipulação do espectro solar pode influenciar o desenvolvimento da cultura. Essas telas também são frequentemente usadas para reduzir o estresse por calor das culturas.

Telas coloridas (azul e vermelha) agem principalmente sobre as hortaliças folhosas, alterando o espectro de luz, transformando esta luz em produção agrícola, pois alteram a intensidade luminosa, a qualidade da luz e a quantidade de energia que chega as plantas de acordo com a cultura e a cor da tela utilizada, além de alterar a radiação, atenuando a radiação direta e convertendo-a em radiação difusa, estimula a fotossíntese, favorecendo o crescimento. Estudos mostram que telas vermelhas têm se mostrado boas para o cultivo de folhosas, como a alface, pois aceleram o seu desenvolvimento proporcionando maior ganho de peso às plantas (FIGUEIREDO & LEITE, 2011).

As telas coloridas representam, então, um novo conceito agrotecnológico, tendo como finalidade combinar a proteção física com a filtração diferencial da radiação solar, para promover respostas fisiológicas específicas que são reguladas pela luz (BRANT et al., 2009). Com isso, pode-se dizer que alterações nas características espectrais da radiação solar podem modificar características estruturais e fisiológicas das plantas a partir das modificações microclimáticas do ambiente.

Segundo Rocha (2007), a utilização de telas de sombreamento possibilita a obtenção de altos níveis de produtividade para algumas culturas e/ou variedades, pois representa uma alternativa em épocas que as condições climáticas impossibilitam o cultivo a céu aberto. Ferrari e Leal (2015) afirmam que, o uso da

tela de sombreamento pode ser considerada uma ferramenta de controle microclimático mais simples e menos onerosa.

De acordo com Santiago et al. (2017), cada vez mais o cultivo em ambiente protegido vem ganhando espaço entre os produtores da região do Submédio do Vale do São Francisco. Essa região possui uma grande capacidade de produção agrícola, só que no segundo semestre (época de primavera-verão), as condições climáticas adversas (temperaturas elevadas e alta incidência de radiação solar) faz com que o cultivo de olerícolas sofra bastante (ARAQUAM, 2017).

Diante desse cenário, a fim de oferecer uma alternativa para os produtores da região do Submédio São Francisco, Rocha (2007) recomendou a utilização de telas de sombreamento nos cultivos durante o segundo semestre do ano, visando diminuir a intensidade da energia radiante e melhorar sua distribuição, a fim de atender as necessidades fisiológicas das plantas e com isso melhorar o seu desempenho, quando comparado o cultivo a céu aberto.

Franca (2017) trabalhando com a cultura do tomate cereja na cidade de Petrolina-PE observou que a produtividade da cultura em ambiente protegido foi superior quando comparada a céu aberto, principalmente para frutos considerados grandes.

Nas últimas décadas, o cultivo de oleráceas tem incorporado várias tecnologias, objetivando incrementar a produtividade e diminuir a sazonalidade da oferta (REZENDE et al., 2005). No cultivo em ambiente protegido pode-se produzir pelo menos uma vez e meia ou o dobro da produção de áreas a céu aberto, possibilitando ainda a oferta constante de hortaliças (BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2007).

Das hortaliças cultivadas em ambiente protegido, o pimentão é a que mais se adaptou a esta condição de cultivo, situando-se entre as cinco que apresentam maior área cultivada no Brasil e em diversos países do mundo, devido à grande produtividade e qualidade dos frutos que pode ser alcançada nessas condições (LORENTZ et al., 2005).

2.4. A água na agricultura

A água é um insumo fundamental para o desenvolvimento das plantas, para qualquer tipo de sistema de produção. A extensão de seu efeito no crescimento das raízes e da planta como um todo depende de como é aplicada, da permeabilidade do solo regularmente umedecido, das condições físicas relacionadas ao movimento da água para a planta, além da interação entre estes fatores e a necessidade hídrica da planta, nos diferentes estágios fenológicos (ALBUQUERQUE & DURÃES, 2008).

A grande quantidade de água requerida para a prática da irrigação, o decréscimo de sua disponibilidade e o alto custo da energia necessária à sua aplicação têm aumentado o interesse pela racionalização desse recurso, de forma a minimizar as suas perdas (FREITAG, 2007), pois apesar do alto consumo de água a agricultura irrigada constituiu uma forma eficiente de produzir alimento.

A utilização da água deve ser feita com maior racionalidade, seja através de técnicas que permitam um aproveitamento mais eficiente em diversas atividades humanas como a irrigação, ou pela busca de fontes alternativas. No tocante a irrigação essa racionalidade é feita ao fornecer água às culturas no momento certo e na quantidade adequada. Com um manejo adequado, um sistema de irrigação deve proporcionar maior eficiência de uso de água, aumentando a produtividade das culturas, diminuindo os custos de produção e, conseqüentemente, proporcionando maior retorno dos investimentos (DUARTE, 2006).

De acordo com Calzadilla et al. (2010), a agricultura irrigada se destaca dentre os diversos usos dos recursos água e solo, pois, apesar de todos os benefícios econômicos e sociais a ela associados, demanda grande quantidade de água com aproximadamente 70% da água doce consumida no planeta, além de muitas de suas práticas preconizarem o uso excessivo de produtos que podem contaminar o solo e as próprias fontes de água, inviabilizando seus usos para as futuras gerações. Assim, a constante diminuição da qualidade e da disponibilidade dos recursos hídricos tem se tornado cada vez mais agravante.

A irrigação é uma prática que beneficia o aumento da produção de alimentos, fixa o homem no campo, gera empregos diretos e indiretos e contribui para o crescimento econômico. Por outro lado quando não praticada corretamente ocasiona

prejuízos ao ambiente dentre os quais se destacam a salinização dos solos, captação excessiva de água de mananciais e lixiviação de solutos (SILVA, 2016).

A irrigação tem como função principal corrigir o déficit hídrico do solo, permitindo à planta manter um contínuo fluxo de água e nutrientes do solo para as raízes e parte aérea, favorecendo os processos de crescimento, desenvolvimento, floração e frutificação, o que pode se converter em aumento de produtividade e melhoria da qualidade do produto colhido (COELHO et al., 2011).

No Brasil, a agricultura utiliza cerca de 70% da água disponível e a grande maioria dos usuários não utiliza qualquer tipo de estratégia de uso e manejo racional da água de irrigação, e o monitoramento automático dos sistemas ainda é incipiente. Segundo Mantovani et al. (2006), tal problema ocorre em razão de três fatores principais: a) pouca utilização de critérios técnicos de manejo de água na maioria das áreas irrigadas; b) informações escassas e incompletas de critérios para manejo de água; c) uso de sistemas de irrigação com baixa eficiência de aplicação de água.

Carvalho e Oliveira (2012) alertam para o uso correto da água de irrigação, utilizando-a de maneira racional, aplicando a água às plantas na medida certa e no momento mais adequado. Segundo estes autores, a prática do “quando e quanto” irrigar constitui a base de um manejo de irrigação, mas isso não é uma tarefa fácil, pois exige o acompanhamento da cultura no campo dia a dia, identificando, portanto, a real necessidade hídrica do cultivo. A etapa do manejo da irrigação é uma etapa que envolve tomada de decisão e, portanto, de extrema importância para o uso racional dos recursos hídricos.

O sucesso na agricultura irrigada depende de inúmeras variáveis, que devem ser estudadas antes da implantação de um projeto de irrigação. Mas segundo Chaves (2005), duas variáveis são de extrema importância: o bom dimensionamento do sistema e o manejo de irrigação. Para isso é necessário que se tenha informações precisas sobre vários parâmetros básicos, entre estes, o conhecimento da evapotranspiração da cultura.

Considerando uma disponibilidade inicial de água no solo, a determinação da evapotranspiração da cultura permite, a qualquer momento, definir a quantidade de água utilizada, possibilitando a identificação do momento da irrigação e a lâmina de água necessária (MANTOVANI et al., 2009).

A evapotranspiração consiste em um processo natural de perda de água do solo e da planta para a atmosfera; constituindo-se um parâmetro de grande

relevância para o dimensionamento e o manejo de sistema de irrigação (SANTOS et., 2015). Essa variável básica da irrigação depende dos elementos meteorológicos, da cultura e do solo, podendo ser obtida a partir de medidas diretas (lisímetros) ou indiretas (equações combinadas) por vários métodos. Tais fatos reforçam a ideia de que, os somatórios dessas informações irão refletir em economia para o produtor, pois a maximização no rendimento das espécies vegetais depende, entre outros, do dimensionamento do sistema de irrigação e do conhecimento da demanda hídrica da cultura.

A irrigação não deve ser considerada isoladamente, como componente determinante de desenvolvimento, mas sim como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção econômica de uma determinada cultura, com adequados manejos dos recursos naturais, devendo ser levado em conta os aspectos de sistemas de plantios, de possibilidades de rotação de culturas, de proteção dos solos com culturas de cobertura, de fertilidade do solo, de manejo integrado de pragas e doenças, mecanização, etc., buscando sempre uma produção integrada e diversificada, produzindo quantidades maiores em áreas antes cultivadas (BERNADO et. al., 2006).

Os sistemas de irrigação localizada são de grande importância no cenário agrícola brasileiro, com aplicações voltadas principalmente para a fruticultura, horticultura e fertirrigação (CARVALHO & OLIVEIRA, 2012). Este sistema pode ser utilizado de duas formas: na superfície ou enterrado, também chamado sistema de irrigação subsuperficial (BARROS et al., 2009).

A irrigação localizada constitui o método de irrigação com possibilidade de manter a umidade do solo próxima da ideal, ou seja, capacidade de campo. Os dois principais sistemas de irrigação localizada são gotejamento e microaspersão, diferindo entre si quanto ao sistema de aplicação. Este método de irrigação tem sido bastante utilizado devido suas características de aplicações de pequenas vazões e alta frequência, aplicação de fertilizantes via água de irrigação (distribuídos na zona radicular das culturas), baixas pressões e alta eficiência (geralmente superior a 90%), possibilitando um controle eficiente da lâmina de irrigação (BERNARDO et al., 2006).

Para Mantovani et al. (2009), a avaliação da irrigação é uma importante etapa para obter as informações relacionadas à eficiência de uso da água do sistema de irrigação, perdas durante a aplicação e uniformidade de distribuição de água,

funcionamento real do sistema (vazão, pressão, lâmina e entupimento) e necessidade de manutenção.

2.5. Elementos Climáticos

Elementos climáticos são grandezas (variáveis) que caracterizam o estado da atmosfera: temperatura, vento, radiação solar, pressão atmosférica, precipitação e umidade. Já os fatores climáticos: relevo, tipo de solo, latitude, altitude, etc., influenciam os elementos climáticos, modificando o clima de um local. No caso desta pesquisa, a cobertura constituída por uma tela de 50% de sombreamento é fator que modifica as condições climáticas no interior do ambiente protegido.

Por outro lado, as informações meteorológicas são importantes em qualquer atividade agrícola e fundamentais nas tomadas de decisão dos agricultores. Em muitas situações, simples aferições de chuvas e o conhecimento da evaporação permitem ao produtor decidir sobre o manejo de sua cultura. Deste modo, o conhecimento das condições climáticas de forma mais localizada, permitem a tomada de decisões eficientes do manejo das culturas, evitando erros (CARVALHO E OLIVEIRA, 2012).

2.5.1. Evapotranspiração

O termo “evapotranspiração” (ET) foi introduzido na literatura por Thornthwaite & Wilm (1944) no final da década de 1940, dando origem a duas importantes contribuições científicas: “An approach to wards a rational classification of climate”, de Warren Thornthwaite (1948) e “Natural evaporationfrom open water, bare soils and grass”, de Howard Penman (1948) (CARVALHO et al. 2011), as quais são importantes não somente para a agricultura, mas, também, para a climatologia e hidrologia. Segundo Camargo & Camargo (2000), o trabalho de Thornthwaite foi uma pesquisa analítica, empírica fundamentada na análise dos fatos, enquanto

Penman fez uma abordagem sintética, científica firmada no conhecimento físico que rege o fenômeno.

Segundo Sedyama (1996), Thornthwaite tinha a preocupação de explicar as variações sazonais do balanço de água no solo e tentar definir as diferenças regionais do clima, enquanto Penman preocupou-se com os processos físicos envolvidos na evaporação e com o desenvolvimento de um método, que, a partir de elementos meteorológicos, expressasse a estimativa da taxa de evaporação da água em contato livre com a atmosfera, da umidade da superfície do solo e da vegetação.

De acordo com Carvalho et al. (2011), foi a partir destes trabalhos que surgiu o conceito de evapotranspiração potencial (ETP), caracterizada como a transferência de água do sistema solo-planta para a atmosfera, sob condições padronizadas, ou seja, área com extensa superfície natural, totalmente coberta por vegetação baixa, de altura uniforme e com elevado índice de área foliar (IAF), crescimento ativo na fase adulta (sendo a grama a principal vegetação adotada) e teor de água do solo próximo ou na capacidade de campo.

Na década de 60, Monteith, tomando como base o método criado por Penman, propôs um novo método para estimar diretamente a ET_c , denominando-o de método Penman-Monteith. Já Doorenbos & Pruitt (1977) introduziram o conceito de evapotranspiração de referência (ET_o), em substituição ao termo ET_p .

Pereira et al. (1997) relata que no ano de 1990 a FAO (Food and Agriculture Organization) reuniu vários especialistas na área em busca de analisar os conceitos e procedimentos de metodologias de cálculos da evapotranspiração (ET), com enfoque no estabelecimento de uma nova definição para a cultura de referência e um método que pudesse estimar a ET. O método escolhido foi o desenvolvido por Penman-Monteith, que após parametrização, passou a denominar-se Penman-Monteith FAO (PM-FAO), o qual foi bem aceito internacionalmente.

A evapotranspiração é a soma da evaporação da água do solo e da transpiração da planta, que nada mais é que a liberação da água que foi utilizada nos processos metabólicos necessários para o crescimento e desenvolvimento da planta, para a atmosfera principalmente através dos estômatos (CARLESSO, 2007). Ou seja, a evapotranspiração é um processo dinâmico entre o solo, a planta e a atmosfera, a partir da entrada da água através da forma natural (chuvas) ou da forma artificial (irrigação) (ABID, 2013).

2.5.1.1. Evapotranspiração da Cultura (ETc)

A ETc é o produto da ETo x Kc, para plantas cultivadas em determinada área agrícola sob qualquer condição climática. Deste modo, os efeitos das condições meteorológicas para cada localidade são incorporadas na ETo, enquanto o coeficiente de cultivo (Kc), incorpora os efeitos da evaporação da superfície do solo, da transpiração e as diferenças entre a própria cultura e a cultura de referência (MEDEIROS, 2009).

Portanto, pode-se definir a evapotranspiração da cultura (ETc) como sendo a quantidade de água utilizada por uma comunidade vegetal, em qualquer fase de seu desenvolvimento, independentemente das condições climáticas, mesmo que o solo não esteja em capacidade de campo.

2.5.2. Coeficiente de Cultivo (Kc)

A razão entre evapotranspiração da cultura (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo) se denomina coeficiente de cultura (Kc). Ele é um fator importante, pois indica o consumo hídrico de uma determinada cultura, sendo obrigatoriamente utilizado no desenvolvimento de projetos de irrigação, objetivando o manejo eficiente das culturas irrigadas.

Diversos valores de Kc são relatados por Doorenbos e Pruitt (1977), para um grande número de culturas, usualmente derivados de estudos relativos ao balanço hídrico no solo, sob diferentes condições climáticas. No entanto, estes autores enfatizam que há necessidade de calibração desses coeficientes, para as condições locais. De modo geral, os valores de Kc são fornecidos para os estádios inicial, médio e final das culturas.

Portanto, os valores do Kc devem ser preferencialmente determinados para condições locais, relacionando-se os fatores ambientais e fisiológicos das plantas. Sua determinação em condições de campo exige um grande esforço, equipamentos e custos, em virtude da quantidade de informações, controles e monitoramentos necessários ao balanço hídrico em uma área irrigada (LOPES et al. 2011).

2.6. Lisímetria

Os lisímetros têm sido utilizados por mais de três séculos para estudos das relações entre água, solo e plantas. Segundo Medeiros (2009), eles são como grandes “containers”, instalados no campo e preenchidos com solo original da área em estudo, a fim de representar o ambiente local (real). Os quais podem ter sua superfície vegetada ou o solo nu, no primeiro caso visa à determinação da evapotranspiração de uma cultura ou de uma cobertura vegetal de referência e no segundo caso a determinação da evaporação em um solo não vegetado.

Silva (2003) comenta que, os lisímetros quando bem instalados, possibilitam medidas precisas da evapotranspiração (ETc), principalmente quando o perfil de solo no seu interior assemelha o máximo possível ao das camadas de solo da área externa. Esses instrumentos podem apresentar grande variação em termos de forma e tamanho, sendo determinados pela profundidade do sistema radicular da cultura a ser implantada. Existem três tipos de lisímetros: lisímetros de pesagem, lisímetros de drenagem e lisímetros de lençol freático constante.

2.7. Demanda Hídrica

A crescente demanda e a gestão inadequada da água, principalmente em localidades com disponibilidade hídrica limitada, têm ocasionado problemas que vão desde a poluição de mananciais até a formação de áreas de desertificação, que interferem diretamente na qualidade, na disponibilidade e no acesso à água.

A determinação da demanda hídrica de uma cultura permite o ajuste de diversas práticas de manejo, entre elas a irrigação, bem como o melhor planejamento da lavoura com o objetivo de aumentar seu potencial produtivo, promovendo reduções de riscos e de custos para a produção, e aumento da eficiência de utilização da água, principalmente em regiões ou época sem que haja limitações hídricas (TANAKA, 2010).

Segundo Silva et al. (2017) a falta de conhecimento sobre a necessidade hídrica da cultura do pimentão e adoção de manejo inadequado de irrigação faz com

que os agricultores normalmente utilizem quantidades excedentes de água. De acordo com Lima et al. (2012) o excesso de umidade pode causar danos à cultura, como apodrecimento de raiz e colo da planta, além disso, se cultivada em campo pode ocasionar a ocorrência de doenças fúngicas na parte aérea da planta e nos frutos.

A demanda hídrica das plantas é diferenciada de acordo com a sua fase fenológica, necessitando de um coeficiente de cultivo (K_c) específico para cada uma das fases. O K_c pode ser determinado através da utilização de lisímetros que segundo Carvalho et al. (2013), são estruturas destinadas a medir de maneira extremamente confiável eventos de precipitação, evaporação e drenagem.

Trabalhando com diferentes tensões de água no solo aplicada em duas fases fenológicas do pimentão, Carvalho et al. (2016) constataram que a produtividade comercial obtida com estresse na fase vegetativa foi, em média, maior do que a produtividade comercial obtida com estresse na fase reprodutiva; com isso eles afirmam que sabendo o K_c ideal para a cultura nessas fases, torna eficiente o fornecimento de água por meio da irrigação, evitando o estresse hídrico tanto pelo excesso quanto pela redução da lâmina de irrigação.

Portanto, conhecer a demanda hídrica em cada fase de desenvolvimento da cultura do pimentão é de suma importância para um bom manejo da irrigação, principalmente nas fases em que ocorre um consumo maior de água pela cultura, ou seja, do crescimento vegetativo até início da maturação (SILVA et al. 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) – Campus Juazeiro-BA (Figura 1A e 1B), (latitude: 09° 24' 42" S, longitude: 40° 29' 55" W e altitude: 368 m). O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo BSw_h, o que corresponde a um clima quente de caatinga; com chuvas de verão e período seco bem definido de inverno; temperatura média do ar superior a 18°C; e ausência de excedente hídrico.

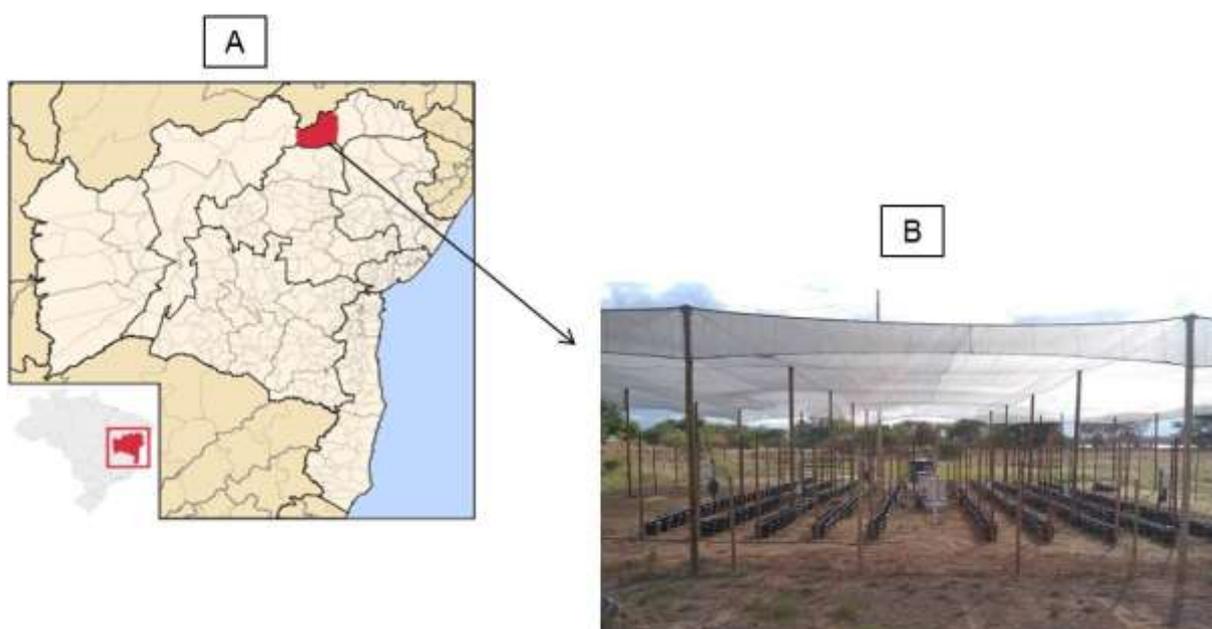


Figura 1. Localização geográfica da cidade de Juazeiro-BA (A) e Área experimental (B).

3.2. Produção de mudas e implantação do experimento

As mudas do pimentão (*Capsicum annuum* L.), híbrido Sucesso (ISLA) de coloração amarela (Figura 2) foram produzidas em um viveiro comercial de

Juazeiro/BA, em bandejas expandidas de polietileno com 128 células, preenchidas com substrato composto por material inerte livre de patógenos.



Figura 2. Pimentão híbrido Sucesso.

O transplântio das mudas para os vasos foi feito no dia 02 de dezembro de 2017, após aproximadamente 50 dias da sementeira, quando as plantas continham quatro folhas definitivas (Figura 3). O ciclo de desenvolvimento da cultura totalizou 111 dias, deste modo, o monitoramento ocorreu até o dia 01 de fevereiro de 2018.



Figura 3. Transplântio das mudas de pimentão, área experimental, UNIVASF-Campus Juazeiro, BA.

Os vasos para os quais as mudas foram transplantadas tinham capacidade de armazenamento de 12 e 10 litros. Os vasos com capacidade de 12 litros eram circulares e os de 10 litros quadrados. Os mesmos foram dispostos em espaçamento de 1 m entre linhas e 0,5 m entre plantas numa área de 24 x 18 m, pé direito de 3,20 m, coberta com tela de sombreamento Chromatinet difusora de luz (50%), cor cinza (Figura 4).



Figura 4. Vista da área experimental, UNIVASF-Campus Juazeiro, BA.

3.3. Delineamento experimental

O experimento foi em delineamento casualizado em blocos no esquema de faixa, com quatro taxas de reposição hídrica (70%, 80%, 90% e 100% da ETc) e dois tipos de vasos: circulares (12 litros) e quadrados (10 litros), com seis repetições.

Instalaram-se dez fileiras de plantas, sendo duas para bordadura e o restante para os tratamentos, sendo utilizada a mesma lâmina em duas fileiras distintas. Cada fila continha seis parcelas úteis, cada uma com seis plantas, totalizando assim 36 plantas. Deste modo, o experimento totalizou 360 plantas.

3.4. Adubação do solo

O solo utilizado foi coletado na área experimental do centro de ciências agrárias da UNIVASF-Petrolina, conforme a EMBRAPA (2006), classificado como Argissolo vermelho-Amarelo latossólico.

Foram retiradas amostras até 0,20 m de profundidade e encaminhadas para o laboratório para análises químicas. Com base nos resultados da análise de solo (Tabela 1) foi feita a adubação seguindo a recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA, 2008) para cultura do pimentão (Tabela 2).

Tabela 1- Resultado da análise química do solo da área experimental em Juazeiro-BA.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS												
pH	P	M.O	K	Ca	Mg	Al	H+Al	V	Fe	Cu	Zn	Mn
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)	(%)	----- (cmoldm ⁻³)					----- (%)	----- (mg dm ⁻³)			
7,4	267,53	11,7	2,97	1,6	2,4	0	0	100	65,4	0,3	8,2	10,1

Fonte: Soloagri / PE, 2017.

Tabela 2 - Recomendação para cultura do Pimentão.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
.....Kg.ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(Não considerado)	30	120
Fósforo (P ₂ O ₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 6	160	-
6 – 12	120	-
13 – 25	80	-
>25	40	-
Potássio (K ₂ O)		
cmol dm ⁻³ de P		
< 0,08	40	120
0,08 – 0,15	40	80
0,16 – 0,30	40	40
> 0,30	-	40

Fonte: IPA, 2008.

3.5. Lisímetros de lençol freático constante

Para determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c) foram instalados na área experimental dois conjuntos de lisímetros de lençol freático constante, cada um contendo seis vasos ligados entre si, por uma tubulação de PVC com 20 mm de diâmetro, tanto para vasos quadrados (Figura 5A), quanto para vasos circulares (Figura 5B).



Figura 5. Conjuntos de lisímetros de lençol freático constante para vasos quadrados (A) e vasos circulares (B).

Os lisímetros constituídos pelos seis vasos (quadrados e circulares) foram conectados a uma caixa regulatória do lençol freático contendo uma boia para manter o nível constante. A caixa regulatória era conectada a um reservatório de suprimento (Figura 6), contendo uma mangueira transparente acoplado a uma régua, para quantificar o consumo hídrico da cultura, através de leituras efetuadas diariamente, às 09:00 h, a partir daí determinadas a respectivas lâminas de

reposição. Ou seja, os valores obtidos através dos dois lisímetros correspondiam a ETc diária do pimentão.



Figura 6. Reservatório de alimentação e caixa regulatória do nível do lençol freático.

Neste sistema o nível do lençol freático (altura dentro dos lisímetros) é controlado pelo nível da água na caixa (caixa de passagem ou reservatório) reguladora do nível, mostrada a esquerda na Figura 6. Já o consumo de água diário pela cultura (evapotranspiração da cultura) é medido pelo rebaixamento do nível diário da água no reservatório de suprimento (Figura 7).



Figura 7. Reservatório de suprimento com detalhe da escala de leitura, em milímetros.

Conforme pode ser visto na Figura 8, a caixa regulatória do nível do lençol freático é diretamente conectada aos lisímetros e, assim, pelo princípio dos vasos comunicantes, mantem o nível do lençol freático constante dentro dos lisímetros.



Figura 8. Vista dos lisímetros instalados na área experimental.

Os vasos foram preenchidos no fundo com uma camada de 0,05 m de brita zero e uma camada de areia fina de 0,01 m, em seguida com uma camada de solo de 0,20 m.

3.6. Evapotranspiração da Cultura (ET_c) e Sistema de Irrigação

Como já foi mencionado, a medida da ET_c foi determinada a partir dos lisímetros de lençol freático constante, fazendo-se a diferença de leituras a cada 24 horas, conforme a Equação 1:

$$ET_c = L_1 - L_2 \quad (1)$$

Em que:

ET_c: evapotranspiração da cultura (mm);

L1: leitura (em mm) da escala do reservatório de abastecimento do dia anterior;

L2: leitura (em mm) da escala do reservatório de abastecimento do dia atual.

Para determinação das lâminas: L1, L2, L3 e L4, correspondentes a 100; 90; 80 e 70% da ET_c, tomou-se os valores de ET_c e multiplicou-se respectivamente por: 1; 0,9; 0,8; e 0,7.

Para o monitoramento da precipitação pluviométrica foram instalados dois pluviômetros: um dentro da área experimental (Figura 9) e outro na área externa. Utilizou-se o sistema de irrigação localizada por gotejamento, com gotejadores do tipo auto compensante, com uma vazão nominal de 2 L.h⁻¹.



Figura 9. Pluviômetro Vilas Boas instalado na área experimental.

A avaliação da uniformidade de distribuição de água pelo sistema de irrigação foi determinada utilizando-se a metodologia de Keller & Karmeli (1975), modificada por Denículi et al. (1980). Para tanto, foram avaliadas quatro linhas laterais dispostas da seguinte forma: a primeira linha, as localizadas a 1/3 e 2/3 da linha inicial e a última linha. Em cada linha lateral foram avaliados 8 gotejadores, isto é, o primeiro, os localizados a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 do início da linha e o último, totalizando 32

gotejadores avaliados. As vazões dos gotejadores foram determinadas utilizando-se um recipiente para coleta da água, uma proveta graduada para medição do volume e um cronômetro digital para controle do tempo (cinco minutos), com três repetições efetuadas em cada emissor por planta. Com os valores foi determinado o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) utilizando a Equação 2.

$$\text{CUD} = \frac{q_{25}}{q} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição (%);

q_{25} : média das 25% menores vazões coletadas; e

q : vazão média coletada.

A uniformidade de distribuição de água é essencial em qualquer método de irrigação, pois afeta a eficiência do uso da água e como consequência, a quantidade e a qualidade da produção.

Seguindo-se a Metodologia de Deniculiet al. (1980) verificou-se que as vazões coletadas em trinta e dois gotejadores, apresentaram uma pequena variação ao longo das linhas, isto se deveu ao fato do sistema de irrigação ser novo e o comprimento das linhas ter apenas 18 m.

Para avaliação a eficiência de aplicação (E_a), utilizou-se a metodologia proposta por Vermeiren & Jobling (1997) para sistemas localizados, em que a eficiência é estimada em, aproximadamente, 90% do coeficiente de uniformidade de distribuição (Equação3), ou seja:

$$E_a = 0,9 \times \text{CUD} \quad (3)$$

Os cálculos mostraram que o sistema de irrigação apresentou um CUD de 97% e uma E_a de 87,3%, sendo, portanto, classificada como excelente sistema para irrigação localizada por gotejamento.

3.7. Evapotranspiração de Referência (ET_o) - Penman-Monteith FAO

Os valores de ET_o utilizados foram obtidos diariamente no site do Laboratório de Meteorologia (LabMet) da UNIVASF. Esses dados são coletados da estação meteorológica da UNIVASF, de Juazeiro/BA e disponibilizados diariamente. A equação utilizada pelo LabMet para a determinação de ET_o é equação de Penman-Monteith, segundo Allen et al. (1998) Boletim 56 da FAO:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T + 273} \right) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34U_2)} \quad (4)$$

Em que:

- ET_o: Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);
- R_n: Saldo de radiação (MJ m⁻² dia⁻¹);
- G: Fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹);
- T: Temperatura média diária do ar (°C);
- U₂: Velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m s⁻¹);
- e_s: Pressão da saturação do vapor média diária (kPa);
- e_a: Pressão atual de vapor média diária (kPa);
- S: Declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T_{med} (kPa °C⁻¹);
- γ: Coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹);
- 900: fator de transformação de unidades (kJ⁻¹kg K).

3.8. Coeficiente de Cultivo (K_c)

O coeficiente de cultivo (K_c) foi obtido pela razão entre evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (5)$$

Para determinação de K_c para estágio de desenvolvimento da cultura do pimentão considerou-se quatro fases fenológicas, conforme proposto por Silva et al. (2000): 1°- da emergência até 10% do crescimento vegetativo; 2°- do final do 1° estágio até 70° do desenvolvimento vegetativo; 3°- do final do 2° estágio até início da maturação e 4°- final do 3° estágio até a colheita.

3.9. Avaliação do desenvolvimento da cultura

Para a análise de desenvolvimento da cultura foram amostradas duas plantas centrais por parcela, ou seja, 16 plantas por blocos, o que representou um total de 96 plantas avaliadas. As partes morfológicas por planta foram separadas a fim de se determinar a produtividade total, eficiência do uso da água, massa fresca e massa seca dos frutos, folhas, caules e raízes.

Para determinação da massa seca as amostras foram colocadas em uma estufa de ventilação forçada a 65°C, onde permaneceram por sete dias consecutivos, porém efetuou-se a pesagem diariamente das amostras, até o peso da massa seca ficar estável.

Para a análise estatística, os dados relativos às massas fresca e seca foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F, no caso de efeito significativo para qualquer fonte de variação, utilizou-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2008) visando obter regressão para as fontes quantitativas e o teste de comparação de médias para as fontes qualitativas,.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Evapotranspiração da Cultura (ETc)

Analisando o comportamento da evapotranspiração da cultura para os dois tipos de vasos apresentada na Figura 10, verifica-se que os maiores valores ocorreram durante a fase de frutificação, com os vasos quadrados apresentando em média, valores mais elevados, que atingiu $4,5 \text{ mm.dia}^{-1}$, no dia 20 de janeiro de 2018. Já para em relação aos vasos circulares, o maior valor observado foi de $3,5 \text{ mm}$, no dia 20 de dezembro. Silva et al. (2017) trabalhando com pimentão irrigado também em estufa na cidade de Arapiraca-AL, encontraram os maiores de evapotranspiração nos estádios de floração e frutificação, atingindo uma máxima de $10,78 \text{ mm.dia}^{-1}$.

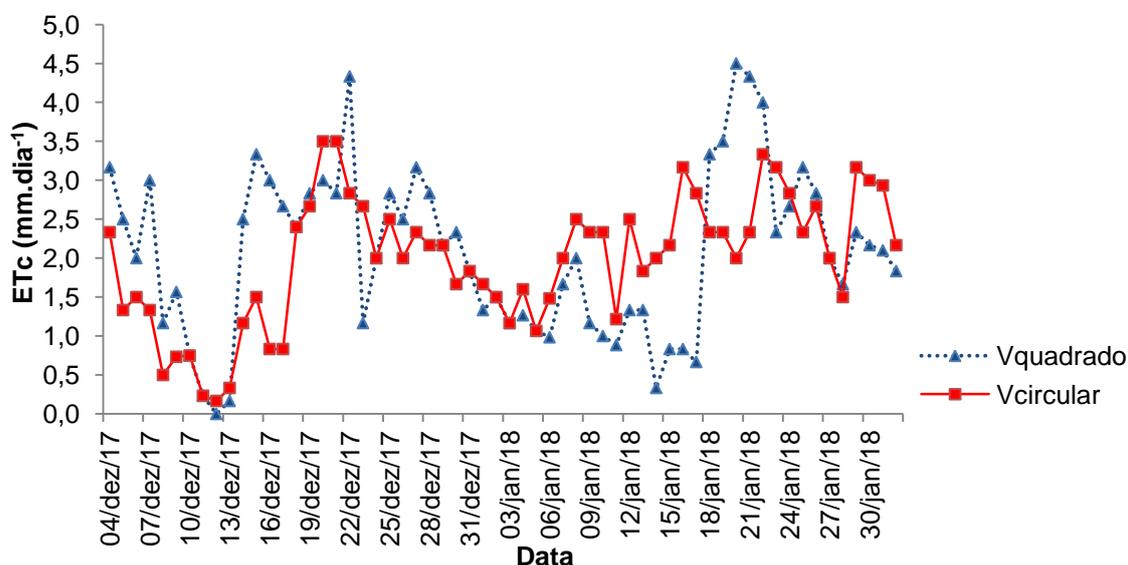


Figura 10. Evapotranspiração da cultura (ETc) do pimentão observada em vasos quadrados e circulares durante o período experimental.

Em termos de lâmina total e lâmina média para todo o período de observação, foram observados respectivamente, para os vasos quadrados $124,4 \text{ mm}$ e $2,07 \text{ mm.dia}^{-1}$ e para os vasos circulares, $119,3 \text{ mm}$ e $2,0 \text{ mm.dia}^{-1}$. Dalmago et al. (2003),

trabalhando com pimentão híbrido VIDI F1, em ambiente protegido, encontraram por meio de lisímetros, uma lâmina de 136 mm e $2,26 \text{ mm.dia}^{-1}$. Ainda segundo, Caixeta (1984) a demanda hídrica da cultura vai variar de local para local, dependendo dos fatores climáticos, podendo o consumo de água pela cultura de pimentão, variar entre $2,0$ e $5,0 \text{ mm.dia}^{-1}$.

4.2. Evapotranspiração de Referência (ET_o)

A evapotranspiração de referência (ET_o) para Juazeiro/BA, para o período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018 é apresentada na Figura 11. Em termos de média para todo o período, foi observado uma ET_o de $4,9 \text{ mm.dia}^{-1}$; e um máxima de $6,5 \text{ mm.dia}^{-1}$ no dia 15 de janeiro de 2018. Esses valores elevados de ET_o, certamente ocorreram devido nessa época a região receber uma maior incidência de radiação, a temperatura ser elevada e a umidade do ar baixa. Por outro lado, foi observada no dia 10 de dezembro de 2017, a ET_o mínima de $1,0 \text{ mm.dia}^{-1}$, esse valor baixo ocorreu devido a ocorrência de chuva neste dia. Araquam (2013) encontrou para a tela cinza na mesma região (Juazeiro/BA) nos meses de novembro e janeiro uma ET_o de $7,1 \text{ mm.dia}^{-1}$ e para as telas azul e vermelha $7,2$ e $6,2 \text{ mm.dia}^{-1}$, respectivamente. Campeche (2017) encontrou para tomate cereja cultivado sob cobertura de tela cinza, uma ET_o média de $6,8 \pm 0,9 \text{ mm.dia}^{-1}$ para cidade de Petrolina/PE. Por último, Batista et al. (2007) encontrou para a região de Canindé do São Francisco/SE, no período de 25/08/2005 a 01/06/2006, valores de ET_o entre $1,1$ e $5,3 \text{ mm.dia}^{-1}$. Todos esses resultados mostram que os valores encontrados neste trabalho estão coerentes.

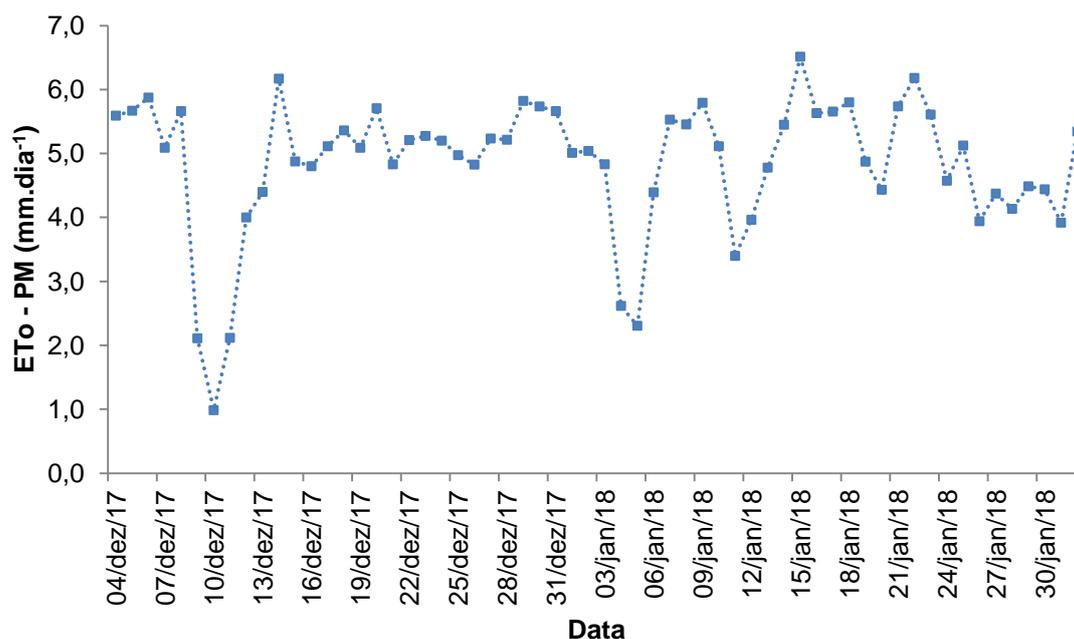


Figura 11. Evapotranspiração de referência observada no período de dezembro de 2017 a janeiro de 2018 em Juazeiro-BA.

Em termos do saldo de radiação (R_n) para os 68 dias do período estudado, foi registrado um total de R_n 560,6 MJ/m²/dia, o que representou uma média diária de 8,2 MJ/m²/dia, enquanto a umidade relativa do ar atingiu um máximo diário de 89,3% e um mínimo de 14,3%. Araquam (2013) para o mesmo tipo de tela observou para 84 dias no período de primavera-verão na região de Juazeiro/BA, um R_n total de 740,8 MJ/m²/dia.

4.3. Coeficiente de Cultivo (K_c)

Segundo Silva et al. (2000) tendo em vista que o ciclo da cultura do pimentão tem 4 fases fenológicas, o K_c tem que ser definido conforme tais fases: 1^a - da emergência até 10% do crescimento vegetativo; 2^a do final da 1^o fase até 70% do desenvolvimento vegetativo; 3^a - do final da 2^a fase até início da maturação e 4^a - final da 3^a fase até a colheita.

Na Tabela 3 são apresentados para os dois tipos de vasos, os valores dos obtidos K_c para os diferentes estádios fenológicos do pimentão. Como houve um retardo no transplante, a cultura do pimentão já estava em desenvolvimento

vegetativo, logo não foi possível a determinação do Kc referente ao primeiro estágio fenológico, por isso este Kc não consta na tabela 3. Deste modo, verifica-se que, com exceção do 2º estágio, os valores de Kc observados nos vasos quadrados foram superiores aos valores observados para os vasos circulares, para o 3º e 4º estágios de desenvolvimento, respectivamente.

Tabela 3. Coeficiente de cultivo (Kc) para diferentes estágios fenológicos do pimentão cultivado sob tela de sombreamento, no período: Dezembro de 2017 a janeiro de 2018. Juazeiro, BA.

Fase	Coeficiente de cultivo (Kc)	
	Vasos quadrados	Vasos circulares
2ª	0,75	0,75
3ª	1,0	0,95
4ª	0,85	0,80

Os valores de Kc obtidos para os vasos circulares se no presente estudo para o 3º estágio; e o 4º estágio de desenvolvimento são iguais aos encontrados por Silva et al. (2000) para a cultura do pimentão: 0,95 para o 3º estágio; e 0,80 para o 4º estágio, ou seja, apenas o Kc relativo ao 2º estágio foi menor (0,65). No entanto, o valores de Kc para a cultura do pimentão recomendado pela FAO Boletim 33 para a 2ª fase é 0,75; para a 3ª fase 1,1 e para a 4ª fase 0,81. Em novo estudo realizado Silva et al. (2017) encontraram valores de 0,81 para 2ª fase e 1,05 para 3ª fase.

4.4. Temperatura do ar

Durante o cultivo do pimentão ocorreram temperaturas maiores do que 35 °C, ou seja, valor superior ao recomendado para a cultura, o que pode ter afetado o seu desenvolvimento. A temperatura máxima no dia 4 de dezembro de 2017 alcançou 37,3 °C, enquanto a temperatura mínima no dia 10 de dezembro de 2017 atingiu 21,4 °C (Figura12).

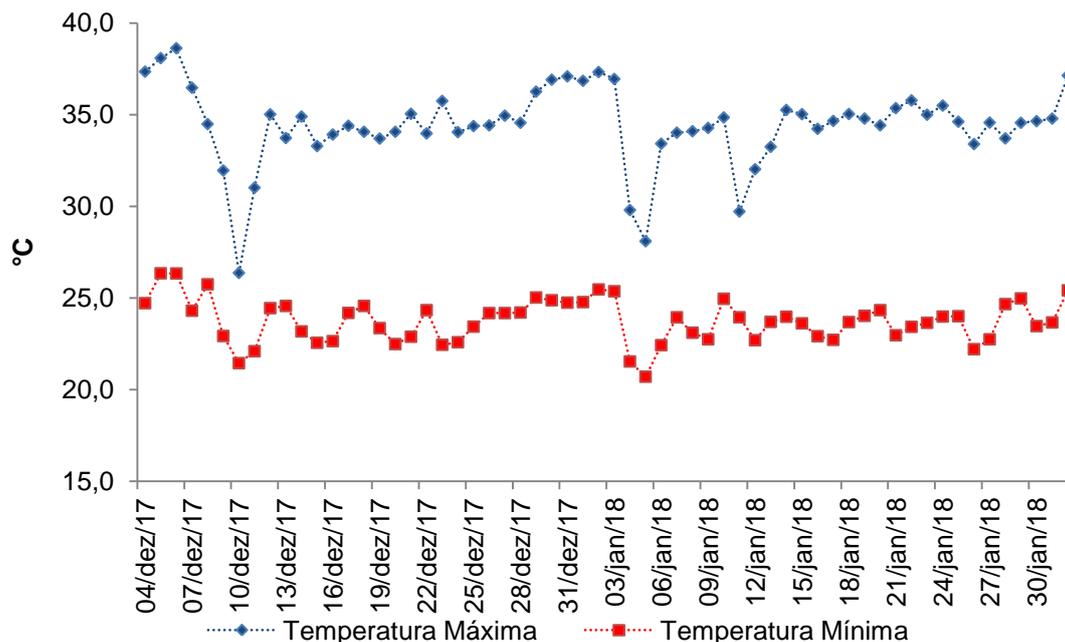


Figura 12. Temperaturas máximas e mínimas para a cidade de Juazeiro-BA.

Araquam (2013) observou que as temperaturas em ambientes cobertos com tela comparadas a de céu aberto foi menor em mais de 1 °C, bem como que nesses ambientes a incidência de radiação solar global e o saldo de radiação foram menores do que a céu aberto.

Santiago (2017) avaliando o desempenho agrônômico do tomate cereja em ambiente protegido e a céu aberto na região do Vale do São Francisco, também observou que a temperatura no ambiente protegido comparada a de céu aberto foi menor, influenciando diretamente no desenvolvimento da cultura.

4.5. Massa fresca e seca dos frutos

Na Tabela 4 é apresentado o resumo da análise de variância referente às variáveis: massa fresca do fruto (MFFr) e massa seca do fruto (MSFr). Verifica-se que não houve efeito significativo para interação entre lâminas e vasos para nenhuma das variáveis avaliadas. Analisando-se cada fator isoladamente, observa-se que houve efeito significativo a 1% para lâminas e vasos pra MFFr e MSFr.

Tabela 4. Resumo de ANOVA para massa fresca do fruto (MFFr) e massa seca do fruto (MSFr).

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	VALORES DE QUADRADO MÉDIO	
		MFFr	MSFr
Blocos	5	105,21	0,84
Lâminas (L)	3	11208,77 **	45,68 **
Regressão Linear		31802,13 **	132,31 **
Regressão Quadrática		293,53 ^{ns}	3,85 ^{ns}
Desvio Regressão		1530,65 *	0,89 ^{ns}
Resíduo (a)	15	213,42	1,57
Vasos (V)	1	1705,27 **	16,80 **
Resíduo (b)	5	80,63	0,23 ^{ns}
Interação L x V	3	83,90 ^{ns}	1,73 ^{ns}
Resíduo (c)	15	116,66	0,72
	Fator (a)	41,83	53,40
CV (%)	Fator (b)	25,71	20,36
	Fator (c)	30,92	36,15

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns- Não significativo.

Com base nos resultados expressos na Tabela 4, houve efeito significativo a 1% para regressão linear e não houve efeito significativo para regressão polinomial quadrática tanto pra MFFr quanto pra MSFr.

Observa-se nas figuras 13A e 13B o comportamento da MFFr e MSFr em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura. As variáveis MFFr e MSFr responderam de forma linear aos crescentes níveis de reposição hídrica, com os maiores valores resultantes da aplicação da lâmina de 100% da ETc (69,4 e 4,8 g) e os menores da lâmina de 70% da ETc (5,4 e 0,5 g). As lâminas de 70% e 80% da ETc acabaram tendo uma quantidade de MFFr e MSFr baixa devido as plantas que receberam esse tratamento, não ter conseguido frutificar, apenas ter se desenvolvido vegetativamente.

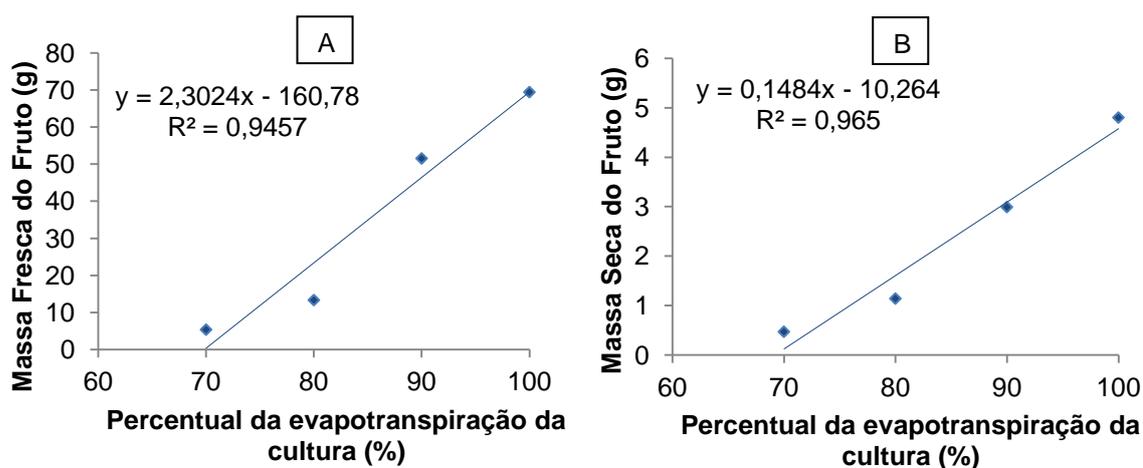


Figura 13. Massa fresca (A) e seca (B) dos fruto sem função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.

Albuquerque et al. (2012) e Silva et al. (2018) encontraram para a cultura do pimentão, resultados semelhantes para MFFr e MSFr, ou seja, os maiores valores foram obtidos para as lâminas de 100% e 105% da ETc. Esses autores afirmam que plantas em condições de déficit ou restrição hídrica apresentam área foliar reduzida, condição apresentada neste estudo pelas plantas irrigadas com a lâmina de 70% da ETc.

Os dois tipos de vasos apresentaram médias distintas e diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% para MFFr e MSFr, com os vasos quadrados apresentando os maiores pesos médios para ambas as variáveis (Tabela 5).

Tabela 5. Teste de média para massa fresca e seca dos frutos em diferentes tipos de vasos.

Vasos	MFFr (g)	MSFr (g)
Quadrados	40,89 A	2,94 A
Circulares	28,97 B	1,76 B

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.6. Massa fresca e seca das folhas

Os resultados da análise de variância apresentados na Tabela 6 para massa fresca da folha (MFFo) e massa seca da folha (MSFo), mostram que não houve efeito significativo para interação entre lâminas e vasos para nenhuma das variáveis analisadas. Para MFFo a fonte de variação lâminas apresentou significância de 1% e vasos não foi significativo, já para MSFo lâminas também foi significativo a 1% enquanto vasos foi significativo a 5%.

Tabela 6. Resumo de ANAVA para massa fresca da folha (MFFo) e massa seca da folha (MSFo).

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	VALORES DE QUADRADO MÉDIO	
		MFFo	MSFo
Blocos	5	12,32	0,52
Lâminas (L)	3	657,87 **	6,64 **
Regressão Linear		1856,48 **	18,43 **
Regressão Quadrática		115,01 *	1,50 ^{ns}
Desvio Regressão		2,10 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Resíduo (a)	15	21,67	0,61
Vasos (V)	1	139,06 ^{ns}	1,23 *
Resíduo (b)	5	50,63	0,17
Interação L x V	3	58,39 ^{ns}	0,90 ^{ns}
Resíduo (c)	15	27,65	0,51
	Fator (a)	17,08	22,84
CV (%)	Fator (b)	26,11	12,14
	Fator (c)	19,29	20,97

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns- Não significativo.

As lâminas de irrigação foram significativas a 1% pelo modelo de regressão linear para as duas variáveis analisadas, já regressão quadrática foi significativa a 5% apenas para MSFo, não sendo significativo para MFFo (Tabela 6).

Nas figuras 14A e 14B é possível observar o comportamento da MFFo e MSFo em função das diferentes lâminas de irrigação correspondentes aos percentuais da ETc. As variáveis MFFo e MSFo responderam de forma linear aos crescentes níveis de reposição hídrica, sendo os maiores valores obtidos com a aplicação da lâmina de 100% da ETc (30,2 e 4,4 g) e os menores da lâmina de 70% da ETc (20,4 e 2,8 g).

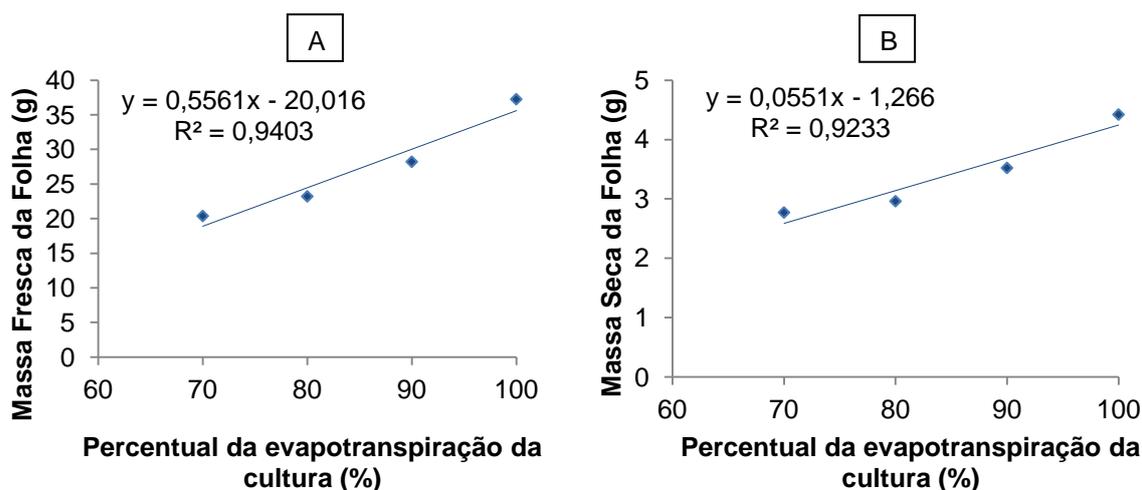


Figura 14. Massa fresca e seca das folhas em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.

Lima et al. (2012) também encontraram para a cultura do pimentão resultados semelhantes. Ou seja, ao relacionar o aumento da matéria fresca e seca das folhas com diferentes lâminas de irrigação, encontraram para o modelo de regressão linear o melhor ajuste dos resultados, comprovando que os melhores resultados foram obtidos com a maior lâmina.

Os vasos quadrados e circulares diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% para MSFo, apresentando médias distintas, com os vasos quadrados apresentando um peso médio maior (Tabela 7).

Tabela 7. Teste de média para massa seca da folha em diferentes tipos de vasos.

Vasos	MSFo (g)
Quadrados	3,58 A
Circulares	3,26 B

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.7. Massa fresca e seca dos caules

A partir dos dados da análise de variância apresentados na Tabela 8, de massa fresca do caule (MFC) e massa seca do caule (MSC), observa-se que houve efeito significativo a 1% para interação entre lâminas e vasos para MFC. A variável MSC não teve efeito significativo na interação, com isso avaliou-se lâminas e vasos isoladamente, o que indicou haver efeito significativo a 1% para os dois fatores.

Tabela 8. Resumo de ANAVA para massa fresca do caule (MFC) e massa seca do caule (MSC).

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	VALORES DE QUADRADO MÉDIO	
		MFC	MSC
Blocos	5	0,28	0,05
Lâminas (L)	3	129,46 **	10,92 **
Regressão Linear		356,97 **	32,41 **
Regressão Quadrática		29,92 **	0,04 ^{ns}
Desvio Regressão		1,49*	0,29 **
Resíduo (a)	15	0,21	0,02
Vasos (V)	1	37,28 **	0,80 **
Resíduo (b)	5	0,03	0,02
Interação L x V	3	9,88 **	0,07 ^{ns}
Resíduo (c)	15	0,20	0,02
	Fator (a)	2,59	4,80
CV (%)	Fator (b)	1,06	5,21
	Fator (c)	2,52	5,20

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns- Não significativo.

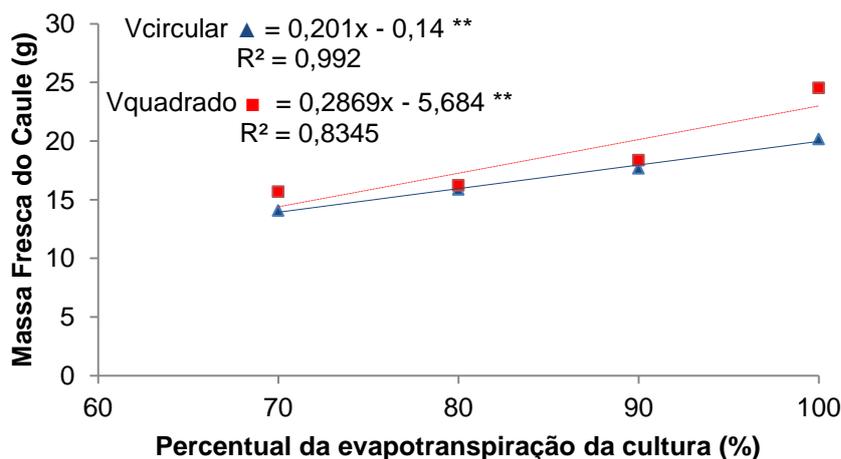
Na Tabela 9 estão expressos os valores médios da massa fresca do caule para interação das lâminas versus diferentes tipos de vasos. Observando os dados da referida tabela, verifica-se que o melhor tratamento foi a lâmina de 100% da ETc para os vasos quadrados, os quais apresentaram peso médio de 24,53 g, já o pior tratamento foi a lâmina de 70% da ETc para os vasos circulares, apresentando peso médio de apenas 14,07 g. A lâmina de 100% da ETc, para os dois tipos de vasos apresentou peso médio de MFC mais elevado, seguida das lâminas de 90%, 80% e 70% da ETc. para todas as lâminas aplicadas, os vasos quadrados apresentam valores médios de MFC mais elevados do que os vasos circulares, apenas não diferindo estatisticamente para a lâmina de 80% da ETc.

Tabela 9. Massa fresca do caule (g) de pimentão amarelo na interação entre lâminas, para os diferentes tipos de vasos.

Vasos	Lâminas (% ETc)			
	100	90	80	70
Quadrados	24,53 Aa	18,37 Ab	16,23 Ac	15,68 Ac
Circulares	20,17 Ba	17,67 Bb	15,87 Ac	14,07 Bd

Médias seguidas de letras maiúscula iguais nas colunas, e seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se na Figura 15 que na interação entre lâminas versus vasos para MFC, o modelo que melhor se ajustou aos resultados, foi o da regressão linear, com a equação significativa a 1% para vasos quadrados e circulares. Observa-se que para vasos quadrados e circulares o peso da MFC aumenta à medida que as taxas de reposição hídricas se elevam. O percentual de incremento para vasos quadrados entre as lâminas de 100 e 70% da ETc foi de 56%, já para vasos circulares esse valor foi de 43%.



** - Significativo a 1%;

Figura 15. Massa fresca do caule em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso, em vasos circulares e quadrados.

Carvalho et al. (2016) encontraram para o pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo resultados semelhantes para massa fresca do caule, confirmando que quanto maior for a lâmina de água aplicada, melhor será o desenvolvimento caulinar da cultura. Lima et al. (2012) encontraram para pimentão cultivado em ambiente protegido, submetido a diferentes lâminas de irrigação, uma regressão linear para explicar os dados de MFC, e que o maior peso médio foi obtido para a lâmina de 105% da ETc.

De acordo com Melo et al. (2010) o uso de uma lâmina de irrigação correta promove manutenção da atividade metabólica das plantas, através da captura de CO₂ da atmosfera e absorção de nutrientes da atmosfera e solo, possibilitando produção adequada de fotoassimilados e, conseqüentemente, melhor resposta produtiva.

Na Figura 16 é apresentado o comportamento da MSC, em função das lâminas aplicadas. Observa-se que essa variável respondeu de forma linear aos crescentes níveis de reposição hídrica, com o maior valor obtido para a lâmina de 100% da ETc (3,9 g) e o menor para a lâmina de 70% da ETc (1,7 g). Resultados semelhantes foram encontrados por Furlan et al. (2002) ao avaliar diferentes lâminas de irrigação e aplicação de CO₂ na produção de pimentão em ambiente protegido, obtendo um modelo linear crescente para variável MSC com a lâmina de irrigação de 100% da ETc, apresentando peso médio de 4,1 g de massa seca caulinar. Sezen et al. (2006)

encontraram resultado igual ao obtido para o MSC neste estudo, um valor médio de 3,9.

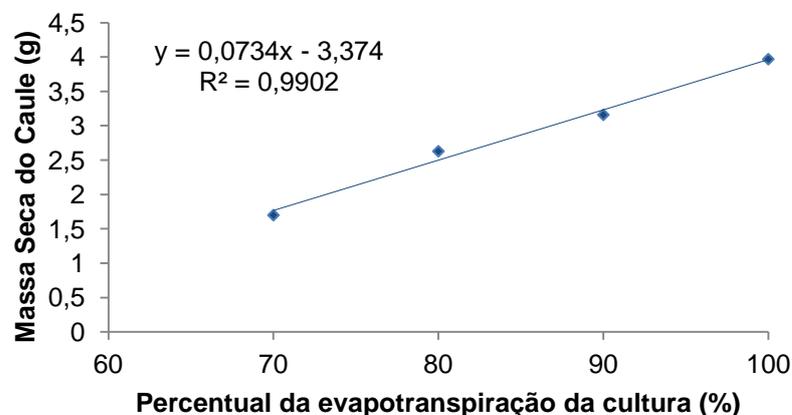


Figura 16. Massa secado caule em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.

Os vasos quadrados e circulares diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% para MSC, apresentando médias distintas, com os vasos quadrados apresentando peso médio maior (Tabela 10).

Tabela 10. Teste de média para massa seca do caule em diferentes tipos de vasos.

Vasos	MSC (g)
Quadrados	2,99 A
Circulares	2,74 B

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.8. Massa fresca e seca da raiz

Os resultados da análise de variância para massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) apresentados na Tabela 11 mostram que houve efeito

significativo para interação entre a fonte de variação lâminas versus vasos para essas duas variáveis, MFR significativa a 1%, e MSR significativa a 5%.

Tabela 11. Resumo de ANAVA para massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR).

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	VALORES DE QUADRADO MÉDIO	
		MFR	MSR
Blocos	5	0,11	0,04
Lâminas (L)	3	126,36 **	8,06 **
Regressão Linear		377,75 **	23,81 **
Regressão Quadrática		0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Desvio Regressão		1,30 *	0,28 *
Resíduo (a)	15	0,19	0,04
Vasos (V)	1	9,81 **	0,80 **
Resíduo (b)	5	0,12	0,03
Interação L x V	3	3,14 **	0,19 *
Resíduo (c)	15	0,20	0,05
	Fator (a)	3,13	7,01
CV (%)	Fator (b)	2,47	6,13
	Fator (c)	3,23	8,04

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns - Não significativo.

Na Tabela 12 são apresentados os valores médios da massa fresca da raiz para interação entre lâminas versus vasos. Analisando-se os dados constantes na tabela 12, verifica-se que o melhor tratamento foi a lâmina de 100% da ETc para vasos quadrados, com peso médio de 18,87 g, enquanto os piores resultados tanto para vasos circulares como para vasos quadrados foram obtidos para a lâmina de 70% da ETc, cujos pesos médios representaram 9,78 e 10,20 g respectivamente. A lâmina de 100% da ETc apresentou para os dois tipos de vasos, os pesos médios de MFR mais elevados, seguida das lâminas de 90%, 80% e 70% da ETc. Destaca-se que, os vasos quadrados apresentaram valores médios mais elevados que os vasos

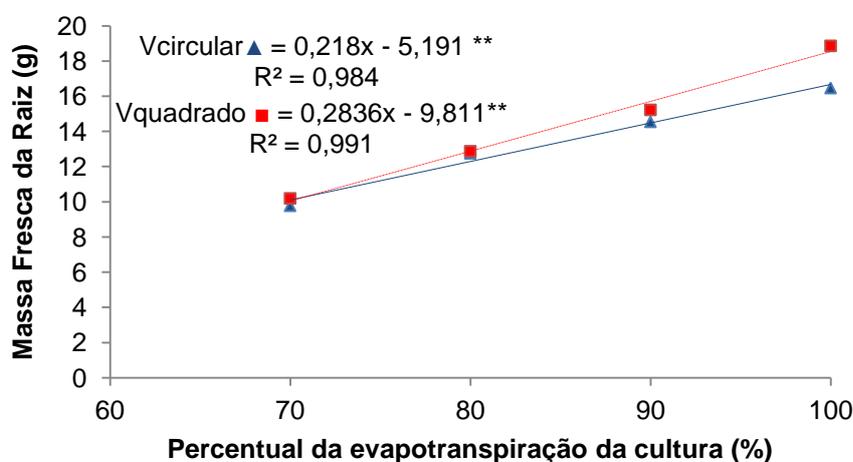
circulares, para todas as lâminas, no entanto, somente houve diferença significativa para as lâminas de 100% e 90% da ETc.

Tabela 12. Massa fresca da raiz (g) de pimentão amarelo na interação entre lâminas, para os diferentes tipos de vasos.

Vasos	Lâminas (% ETc)			
	100	90	80	70
Quadrados	18,87 Aa	15,23 Ab	12,88 Ac	10,20 Ad
Circulares	16,47 Ba	14,55 Bb	12,77 Ac	9,78 Ad

Médias seguidas de letras maiúscula iguais nas colunas, e seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem entresi pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 17, verifica-se que para a interação lâminas versus vasos para MFR, o modelo de regressão linear foi o que melhor se ajustou com a equação significativa a 1%, para ambos os tipos de vasos. Também pode ser observado que tanto para os vasos quadrados, como para os vasos circulares, o peso da tendeu a aumentar na medida em que houve incremento da lâmina. Constatou-se que houve para vasos quadrados incremento de MFR da lâmina 70 para a lâmina de 100% da ETc de 85%, e de 68% para vasos circulares.



** - Significativo a 1%;

Figura 17. Massa fresca da raiz em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.

Esses resultados obtidos de MFR para a 100% da ETc são bem próximos dos encontrados por Silva et al. (2018) para pimentão irrigado 20 g para a mesma (100% da ETc). Resultados semelhantes também foram encontrados por Carvalho et al. (2016), para o pimentão “All Big” cultivado em estufa, cujo ciclo teve início no dia 16/02/2013 e se estendeu por 120 dias. Esses autores também demonstraram através de regressão linear, que a maior lâmina de irrigação (100% da ETc) foi a que apresentou o peso médio de MFR mais elevado (23,4 g), enquanto que a menor lâmina (70% da ETc) apresentou o peso médio mais baixo (11,8 g). Viana et al. (2012) afirmam que lâminas de água abaixo do ideal podem causar estresse hídrico, reduzindo a produção, enquanto o excesso de água reduz a aeração, a absorção de nutrientes, facilitando o aparecimento de doenças e permitindo a lixiviação de nutrientes.

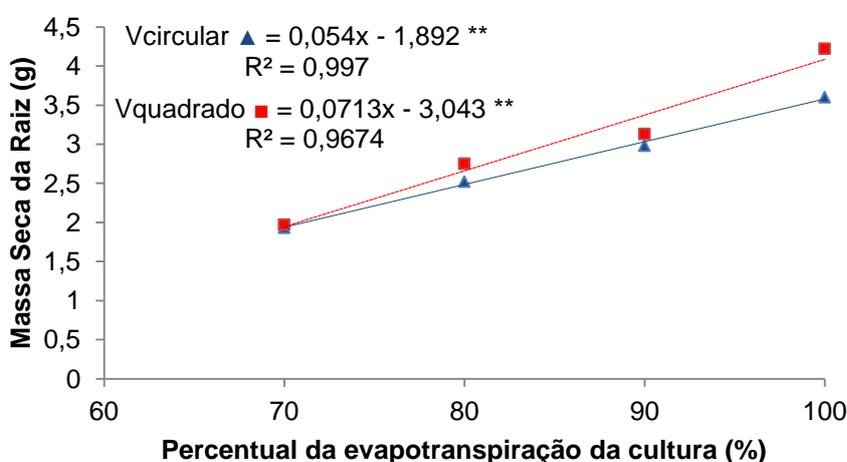
Na Tabela 13 são apresentados os valores médios da massa seca da raiz (MSR) para interação lâminas versus tipos de vasos. Nota-se que também o melhor tratamento foi da lâmina de 100% da ETc para os vasos quadrados, que apresentou peso médio de 4,22. Já o pior tratamento tanto para vasos circulares, como para vasos quadrados foi a lâmina de 70% da ETc, que apresentou peso médio de 1,93 e 1,97 g respectivamente. De modo geral, para os dois tipos de vasos, o peso da MSR obtido no tratamento lâmina de 100% da ETc foi o melhor, seguido dos pesos das lâminas de 90%, 80% e 70% da ETc. Para todas as lâminas, os vasos quadrados apresentaram valores médios do peso da MSR mais elevados que os vasos circulares, no entanto, apenas houve diferença significativa no caso da lâmina de 100% da ETc.

Tabela 13. Massa seca da raiz (g) de pimentão amarelo na interação entre lâminas, para os diferentes tipos de vasos.

Vasos	Lâminas (% ETc)			
	100	90	80	70
Quadrados	4,22 Aa	3,13Ab	2,75Ac	1,97 Ad
Circulares	3,60 Ba	2,98Ab	2,52Ac	1,93 Ad

Médias seguidas de letras maiúscula iguais nas colunas, e seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando-se a Figura 18, verifica-se que a interação lâminas versus vasos para MSR, o modelo que melhor se ajustou, foi o da regressão linear, com a equação sendo significativa a 1%, tanto para vasos quadrados, quanto para vasos circulares. Observa-se ainda que para ambos os tipos de vasos, o peso da MSR aumentou proporcionalmente à medida que as taxas de reposição hídricas tornaram-se mais elevadas. Observou-se que para vasos quadrados houve incremento de MSR da lâmina 70 para a lâmina de 100% da ETc de 86%, e de 114% para vasos circulares. Silva et al. (2018), encontrou para o pimentão cultivado em estufa peso médio para MSR de 5 g para MSR em relação a lâmina de irrigação de 100% da ETc. Sezen et al. (2006) avaliando o cultivo do pimentão sob diferentes lâminas de irrigação, encontraram para a lâmina de 100% da ETc, um valor médio de MSR de 4,3 g, ou seja, valor muito próximo do encontrado neste trabalho (4,22 g). Carvalho et al. (2016) também usando regressão linear crescente encontrou um peso médio de MSR de 5,6 g, para a lâmina de 100% ETc, e de 2,1 g para a lâmina de 70% ETc.



** - Significativo a 1%;

Figura 18. Massa seca da raiz em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.

4.9. Produtividade e Número de frutos

Os resultados da análise de variância para produtividade (PROD) e número de frutos (NF), apresentados na Tabela 14, mostram que houve efeito significativo para a interação lâminas versus vasos no caso da PROD e que para NF a fonte de variação lâminas e vasos apresentaram significância de 1%.

Tabela 14. Resumo de ANAVA para Produtividade (PROD) e Número de Frutos (NF).

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	VALORES DE QUADRADO MÉDIO	
		PROD	NF
Blocos	5	101160,13	0,07
Lâminas (L)	3	52350859,22**	22,24 **
Regressão Linear		133790720,26 **	59,00 **
Regressão Quadrática		23213008,33 **	7,52 **
Desvio Regressão		48849,07 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Resíduo (a)	15	682635,56	0,46
Vasos (V)	1	12358640,33**	3,52 **
Resíduo (b)	5	125608,53	0,07
Interação L x V	3	4759652,55 **	0,58 ^{ns}
Resíduo (c)	15	313678, 89	0,39
	Fator (a)	49,59	48,58
CV (%)	Fator (b)	21,27	19,07
	Fator (c)	33,61	44,92

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns- Não significativo.

Na Tabela 15 estão expressos os valores médios da produtividade para interação entre lâminas versus vasos. Analisando os resultados expressos na tabela, nota-se que o melhor tratamento foi da lâmina de 100% da ETc em vasos quadrados, apresentando uma produtividade de 6.333,67 Kg.ha⁻¹, já os piores tratamentos foram resultantes das lâminas de 70% e 80% da ETc em vasos circulares e quadrados, pois não diferiram significativamente, só que a lâmina de 70% da ETc em vasos circulares apresentou a menor produtividade (43,67 Kg.ha⁻¹).

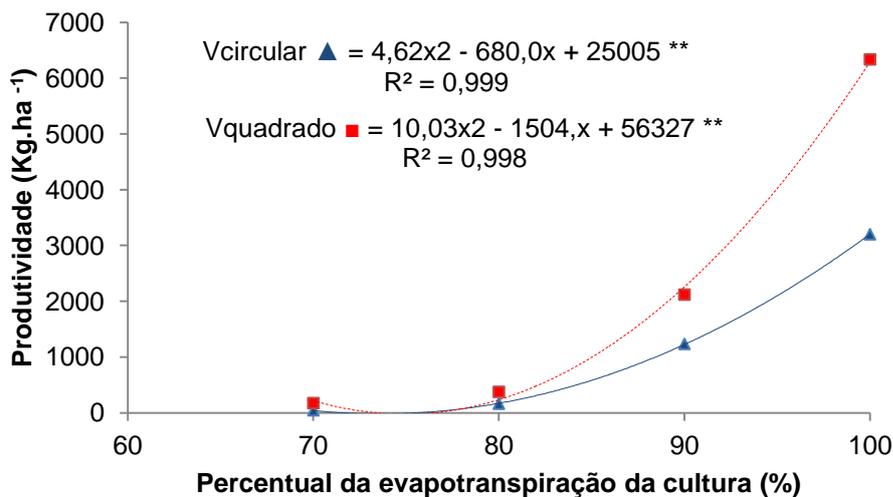
Na Tabela 15 são apresentados os valores médios de produtividade para interação lâminas versus tipos de vasos. Nota-se que o melhor tratamento para os vasos quadrados foi a lâmina de 100% da ETc, que apresentou produtividade de 6.333,67 Kg.ha⁻¹. Já o pior tratamento tanto para vasos circulares, como para vasos quadrados foi a lâmina de 70% da ETc, que apresentou produtividade extremamente baixa 43,63 e 172 Kg.ha⁻¹ respectivamente.

Tabela 15. Produtividade (kg.ha⁻¹) de pimentão amarelo na interação entre lâminas, para os diferentes tipos de vasos.

Vasos	Lâminas (% ETc)			
	100	90	80	70
Quadrados	6.333,67 Aa	2.116,67 Ab	373,67 Ac	172 Ac
Circulares	3.198,67 Ba	1.233,33 Bb	161 Ac	43,67 Ac

Médias seguidas de letras maiúscula iguais nas colunas, e seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a Figura 19, verifica-se que a interação lâminas versus vasos para produtividade, o modelo polinomial de regressão quadrática foi o que melhor se ajustou aos valores obtidos, com a equação sendo significativa em nível de 1% para vasos quadrados e vasos circulares. Nota-se também que, para ambos os tipos de vasos, a produtividade do pimentão aumentou na medida em que as lâminas de irrigação foram mais elevadas. A produtividade máxima da cultura para vasos quadrados foi de 6.333,67 Kg.ha⁻¹ e para vasos circulares 3.198,67 Kg.ha⁻¹. Araquam (2013) encontrou para o pimentão cultivado sob três tipos de telas, no vale do São Francisco, as seguintes produtividades: 10.852,6 Kg.ha⁻¹ para a tela de cor cinza, 10.061,1 Kg.ha⁻¹ para a tela azul e 8.471,8 Kg.ha⁻¹ para a tela de vermelha no período primavera-verão. Já Oliveira et al. (2015) avaliando a produtividade do pimentão também coberta com tela de sombreamento na região de Mossoró/RN, encontrou uma produtividade média muito baixa 2.555,06 Kg.ha⁻¹, justificando que a isso ocorreu devido a incidência de pragas e doenças terem influenciado o desenvolvimento da cultura do pimentão.



** - Significativo a 1%;

Figura 19. Produtividade em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.

Na Figura 20, é mostrado o comportamento da variável NF em função das lâminas aplicadas. Verifica-se que NF respondeu de forma polinomial quadrática ao aumento do nível de reposição de água, e que o maior valor ocorreu para a lâmina de 100% da ETc (3,25), enquanto o menor foi observado para a lâmina de 70% da ETc (0,3), devido a grande mortandade de plantas neste tratamento.

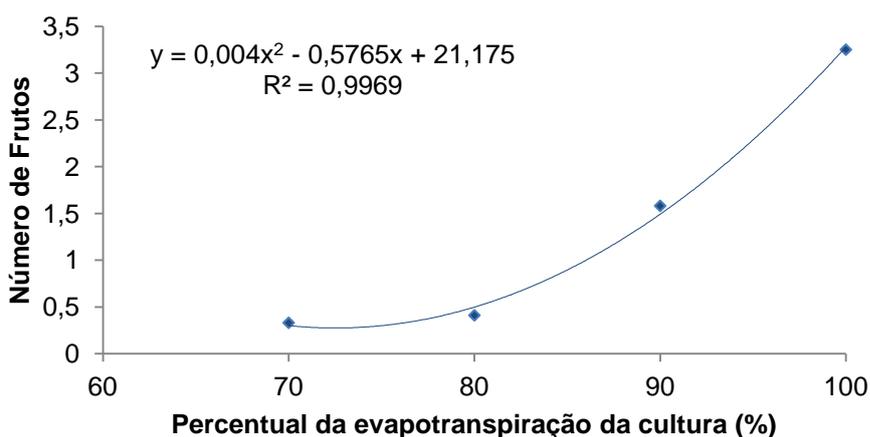


Figura 20. Número de fruto em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.

Em relação ao teste de Tukey a 5%, cujos resultados são apresentados na Tabela 16, verifica-se que vasos quadrados e circulares diferiram significativamente para NF, com os vasos quadrados tendo uma quantidade de frutos maior.

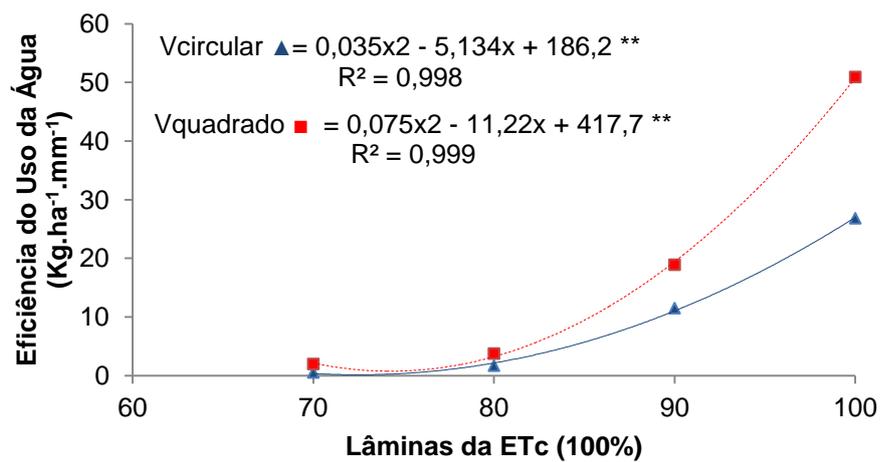
Tabela 16. Teste de média para número de frutos em diferentes tipos de vasos.

Vasos	NF (unidade)
Quadrados	1,66 A
Circulares	1,12 B

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.10. Eficiência do uso da água

Por último, analisando-se a figura 21, pode se observar o comportamento da eficiência do uso da água (EUA) em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas. Para essa variável, o modelo polinomial de regressão quadrática foi o que melhor se ajustou, sendo a equação significativa a 1% tanto para vasos quadrados, como para vasos circulares. Observa-se que para ambos os tipos de vasos, a eficiência do uso da água aumentou na medida em que a lâmina se elevou. O maior valor de EUA foi observado para os vasos quadrados ($50,90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$) e para os vasos circulares ($26,82 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2012), para a cultura do pimentão cultivado em estufa e submetido a diferentes lâminas de irrigação, os quais encontraram uma regressão quadrática para explicar os resultados obtidos para EUA, e que valor mais elevado de EUA foi observado para lâmina de 105% da ETc. Ou seja, considerando que a lâmina (105% de ETc) é muito próxima da lâmina de 100% de ETc usada neste trabalho, pode se afirmar que os resultados obtidos em ambas os trabalhos foram similares.



** - Significativo a 1%;

Figura 21. Eficiência do uso da água em função das lâminas correspondentes aos percentuais da evapotranspiração da cultura para o híbrido Sucesso.

5. CONCLUSÕES

1. O tratamento correspondente lâmina de 100% ETc foi o que proporcionou para ambos os vasos, os melhores resultados para as variáveis avaliadas. Ou seja, essa lâmina foi que proporcionou a maior produtividade para os dois tipos de vasos, com destaque para os vasos quadrados que apresentaram os melhores resultados.
2. Em relação aos coeficientes de cultivo obtidos para os estádios de desenvolvimento da cultura, observou-se que para ambos os vasos, do final da 1ª fase até cerca de 70% da fase de desenvolvimento vegetativo, o Kc foi o mesmo (0,75), entretanto entre esta última fase, até o início da maturação o Kc foi mais elevado nos vasos quadrados do que nos vasos circulares (1,0 e 0,95, respectivamente), e da mesma forma, do início da maturação até a fase da colheita (0,85 e 0,80, respectivamente).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABID-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM (Brasil). Kc Coeficiente de cultura: Evapotranspiração da cultura (2013). Disponível em: <http://www.abid.org.br/kc/cultura.html>. Acesso em: 12 de Abr. 2017.

ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, Ê. F. F.; BEZERRA NETO, E.; SOUZA, A. E. R.; SANTOS, A. N. Nutrientes minerais em pimentão fertirrigado sob lâminas de irrigação e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 681-687, 2012.

ALBUQUERQUE, P. E. P de; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, ed. 1, p. 227-252, 2008.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56).

ARAQUAM, W. W. C. **Condições microclimáticas em ambientes cobertos com tela de sombreamento cultivados com pimentão no Vale do Submédio do São Francisco**. 2013. 67f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. Juazeiro-BA.

BARROS, A. C.; FOLEGATTI, M. V.; SOUZA, C.F.; SANTORO, L. B. Distribuição de água no solo aplicado por gotejamento enterrado e superficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 700-707, 2009.

BATISTA, W.R.M.; FACCIOLI, G. G.; SILVA, A.A.G. **Determinação e Comparação entre Métodos de Estimativa da Evapotranspiração de Referência para a região de Canindé do São Francisco – SE**. Fapese, Aracaju, v.3, n. 2, p. 71-76, jul./dez. 2007.

BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z.; MENDEZ, M.E.G.; CAVALCANTE, I.H.L.; CAVALCANTE, L.F. Características produtivas do tomateiro cultivado sob diferentes tipos de adubação em ambiente protegido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 7, n.1, p. 180-184, 2007.

BERNARDO, S., SOARES, A. A., MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. Viçosa: Editora UFV. 8ª edição. 2006. 265 p.

BRANT, R. da S.; PINTO, J. E. B. P.; ROSA, L. F.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FERRI, P. H.; CORRÊA, R. M. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas foto conversoras. **Ciência Rural**, v.39, p.1401-1407, 2009.

CAIXETA, T.J. Irrigação nas culturas de pimentão e pimenta. Inf. **Agropecu.**, v.10, n.113, 1984. 35-7 p.

CALZADILLA, A., REHDANZ, K.; TOL, R. S. J. The economic impact of more sustainable water use in agriculture: A computable general equilibrium analysis. **Journal of Hydrology**, n.384, p.292-305, 2010.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. *Bragantia*, Campinas, v. 59, n. 2, p. 125-137, 2000.

CAMPECHE, L. F.de S.; FRANCA, R. J. da F.; LEITÃO, M. de M. V. B. R.; SILVA, J. S. da; PAZ, V. P. da S. Microclima e evapotranspiração de tomate em dois sistemas de produção no vale do São Francisco. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, n.1, p.133-142, 2017.

CARVALHO, C.; KIST, B.; POLL, H. **Anuário Brasileiro de Hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013. 88 p.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, L. F. C. **Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada**. Viçosa, MG: UFV, 2012. 68 e 239 p.

CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, E. C.; AQUINO, R. F. Pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, v.23 n.3, p.233-245, maio / junho, 2016.

CARVALHO, J. A.; REZENDE F. C.; AQUINO, R. F.; FREITAS, W. A.; OLIVEIRA, E. C. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.6, p.569–574, 2011.

CHAVES, S. W. P., AZEVEDO, B. M., BEZERRA, F. M. L., MORAIS, N. B., VIANA, T. V. A., MEDEIROS, J. F. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da pimenteira em lisímetro de drenagem. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 262-267, 2005.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G.; SILVA, J. G. F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, JAILSON, L. C. Irrigação e fertirrigação na cultura do mamão. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p.441-472.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F., KLOSOWSKI, E. S. **Estimativa do fluxo de calor latente pelo balanço de energia em cultivo protegido de pimentão**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 37, n. 6, jun, 2002. p. 735-743.

DALMAGO, G. A.; HEELWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; LUZZA, J.; TAZZO, I. F.; TRENTIN, G. Evapotranspiração máxima e coeficiente da cultura do pimentão em estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 11, n. 1, p. 33-41, 2003.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÉBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 27, n. 150, p 155-162, 1980.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Crop water requirements. Rome: FAO, 1977. (Irrigation and drainage paper, 24).

DUARTE, A. **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annun L.*)**. 2006. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006. 187 f.

ECHER, M.M.; FERNANDES, M.C.A.; RIBEIRO, R.L.D.; PERACCHI, A.L. Avaliação de genótipos de *Capsicum* para resistência a ácaro branco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 217-221, 2002.

ELAD, Y.; MESSIKA, Y.; BRAND, M.; DAVID, D. R.; SZTEJNBERG, A. Effect of colored shade nets on pepper powdery mildew (*Leveillula taurica*). **Phytoparasitica**, v.35, p.285-299, 2007.

FRANCA, R. J. F.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; CAMPECHE, L. F. de S. C. Produtividade do tomate cereja em ambiente protegido e céu aberto em função das lâminas e intermitências de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.11, n. 2, p. 1364 - 1370, 2017.

FURLAN, R. A.; REZENDE, F. C.; ALVES, D. R.B.; FOLEGATTI, M. V. Lâmina de irrigação e aplicação de CO₂ na produção de pimentão cv. Mayata, em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20 n.4, p.547-550, 2002.

FAO, IFAD & WFP. The State of Food Insecurity in the World 2014. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition. Rome, FAO. 2014. Disponível em: <www.fao.org/publications/sofi/2014/en/>. Acesso em: 11 Abr. 2017.

FERRARI, D. L.; LEAL, P. A. M. Uso de tela termorrefletora em ambientes protegidos para cultivo do tomateiro. **Revista Engenharia Agrícola**, v.35, n.2, p.180-191, 2015.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FIGUEIREDO, G.; LEITE, C. Tipos de Estruturas Plásticas Utilizadas para Cultivo em Ambiente Protegido. **Casa da agricultura, produção em ambiente protegido**. Campinas, n.2, p. 17-20, 2011.

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

FREITAG, A.S. **Frequências de irrigação para *Eucalyptus Grandis* e *Pinus Elliottii* em viveiro**. 2007. 60p. Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria - RS. 2007.

GALVANI, E.; DANTAS, R. T.; ESCOBEDO, J. F.; KLOSOWSKI, E. S. Parâmetros meteorológicos em cultura de alface (*Lactuca sativa*, L.) cultivada em casas de vegetação com orientações leste-oeste, norte-sul e condições externas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.6, n.2, p.157- 63,1998.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F. Balanço de energia na cultura de pepineiro em ambiente natural e protegido. **Bragantia**, Campinas, 60, 127-137, 2001.

IBGE/SIDRA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2012. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em 11 Abr. 2017.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, p. 133, 1975.

LIMA, E. M. C.; MATIOLLI, W.; THEBALDI, M. S.; REZENDE, F. C.; FARIA, M. A.;. Produção de pimentão cultivado em ambiente protegido e submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Agrotecnologia**, v.3, p.40-56, 2012.

LIMA, E. M. C.; MATIOLLI, W.; THEBALDI, M. S.; REZENDE, F. C.; FARIA, M. A. Produção de pimentão cultivado em ambiente protegido e submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Agrotecnologia**, v.3, n.1, p. 40-56, 2012.

LIMA, P. A. de. et al. Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.1, n. único. Recife, out.-dez., 2006. p.73-80.

LORENTZ, L.H.; LÚCIO, A.D.C.; BOLIGNO, A.A.; LOPES, S.J.; STORCK, L. Variabilidade da produção de frutos de pimentão em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 316-323, 2005.

MACEDO, A. F.; LEAL-COSTA, M. V.; TAVARES, E. S.; LAGE, C. L. S.; ESQUIBEL, M. A. The effect of light quality on leaf production and development of in vitro-cultured plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze. **Environmental and Experimental Botany**, v.70, p.43-50, 2011.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e práticas**. Viçosa: UFV, 2006. 318 p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.

MEDEIROS, R. P. **Componentes do balanço de água e de radiação solar no desenvolvimento do milho, em quatro épocas de semeadura, no agreste de Alagoas**. Mestrado(Dissertação Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Centro de Ciências Agrárias - CECA. Rio Largo, AL, 2009.

OLIVEIRA, A. D. DE; CARVALHO, D. F. DE; PEREIRA, J. B. A.; PEREIRA, V. C. Crescimento e produtividade do pimentão em dois sistemas de cultivo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28,n.1, p.78-89, 2015.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; ALMEIDA E. F. A.; REZENDE, F. C.; SANTOS, B. G.; MIMURA, S. N. Evapotranspiração da roseira cultivada em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Campina Grande*, v.18, n.3, p.314-321, 2014.

OLIVEIRA, C. R. Cultivo em ambiente protegido. **Boletim Técnico CATI**, n.232, p.1-31, 1997.

OLIVEIRA, M. R. V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.8, p.1049-1060, 1995.

PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. *Proceedings of the Royal Society, London*, v. 193, n. 1, p. 120-146, 1948.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. Evapotranspiração. Piracicaba: Fealq, 1997.

PEREIRA, J. B. A. **Avaliação do crescimento, necessidade hídrica e eficiência no uso da água pela cultura do pimentão (*Capsicum Annum L.*), sob manejo orgânico nos sistemas de plantio com preparo de solo e direto – Seropédica, RJ.** 2006. 112p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

RETAMALES, J. B., MONTECINO, J. M., LOBOS, G. A., ROJAS, L. A. **Colored shading nets increase yields and profitability of highbush blueberries.** *Acta Hort.* 770:193–197, 2008.

REZENDE, B.L.A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; MARTINS, M.I.E.G.; COSTA, C.C.; FELTRIM, A.L. Viabilidade econômica das culturas de pimentão, repolho, alface, abanete, e rúcula em cultivo consorciado, na primavera-verão, Jaboticabal, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 23-37, 2005.

ROCHA, R. de C. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro.** 2007. 105p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.

SANTIAGO, E. J. P.; OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. DE M. V. B. R.; ROCHA, R. C.; SILVA, R. R. Condições microclimáticas proporcionadas por tela de sombreamento no cultivo do tomate cereja. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, n.1, p.153-161, 2017.

SANTOS, C.E.; KIST, B.B.; CARVALHO, C.; REETZ, E.R.; MÜLLER, I.; BELING, R.R.; POLL, H. **Anuário Brasileiro de Hortaliças 2015** (Brazilian Vegetable Yearbook). Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2015. 68 p.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M.; Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83-93, 2010.

SANTOS, F. X.; RODRIGUES, J. J. V.; MONTENEGRO, A. A. A.; MOURA, R. F. Desempenho de lisímetro de pesagem hidráulica de baixo custo no semi-árido nordestino. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 115-124, 2008.

SEZEN.S. M.; YAZAR, A.; EKER, S. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 81, p. 115–131, 2006.

SEDIYAMA, G. C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 1-7, 1996.

SENTELHAS, P. C.; NASCIMENTO, A. L. C. Saldo de radiação e sua relação com a irradiância solar global, em Piracicaba, SP. In: XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, III Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia. **Anais**. Fortaleza, Ceará, 2001. p.255-56.

SILVA, A.C.; COSTA, C.A.; SAMPAIO, R.A.; MARTINS, E.R. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.3, p.33-40, 2011.

SILVA, E.L.; PEREIRA, G.M.; CARVALHO, J.A.; VILELA, L.A.A.; FARIA, M.A. **Manejo de irrigação das principais culturas**. UFLA: FAEPE, 2000. 85p.

SILVA, E. P. da. Adição de estabilizante de nitrogênio na adubação do milho em diferentes manejos hídricos. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2016.

SILVA, G. H.; FERREIRA, M. G.; PEREIRA, S. B.; DELAZARI, F. T.; SILVA, D. J. H. Response of bell pepper crop subjected to irrigation depths calculated by diferente methodologies. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.22, n.1, p.45–50, 2018.

SILVA, L.D.B. **Evapotranspiração do capim Tanzânia (*Panicum maximum Jacq*) e grama-batatais (*Paspalum notatum Flugge*) utilizando o método do balanço de energia e lisímetro de pesagem**. 2003. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. 93 f.

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MELO, A. M. T. de; FERNANDES, H. M. G.; SCIVITTARO, W. B. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, 1999. Suplemento.

SILVA, P. F. da; SILVA, C. B. da; SANTOS, D. P. dos; SANTOS, C. S. dos; SANTOS, M. A. L. dos; SILVA, J. C. da. Determinação do coeficiente de cultivo da cultura do pimentão (*capsicum anuum*) por meio do lisímetro de drenagem **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.11, nº.7, p. 2040 - 2051, 2017.

TANAKA, A. A. **Desenvolvimento de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de lençol freático**. (Dissertação Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Luiz de Queiroz - UNESP. Botucatu, SP, 2010. 64f.

THORNTHWAITE, C. W.; WILM, H. G. Report of the committee on evapotranspiration and transpiration, 1943- 1944. Transactions of the American Geophysical Union, Washington, DC, v. 25, n. 5, p. 686-693, 1944.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **GeophysicalReview**, London, v. 38, n. 1, p. 55-94, jan. 1948.

VÁSQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. S.; SILVA, C. R.. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Revista de Engenharia Agrícola.**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.137-143, 2005

VERMEIREN, G.A., JOBLING, G.A. **Irrigação localizada**. Campina Grande: UFPB, 1997. 184p. (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 36)

VIANA, T. V. DE A.; LIMA, A. D.; MARINHO, A. B.; DUARTE, J. M. DE L.; AZEVEDO, B. M. DE; COSTA, S. C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. **Irriga**, São Paulo, v.17, p.126-136, 2012.