



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL**

Sabrina Gomes de Souza

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE PIMENTÃO
AMARELO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE DEPLEÇÃO
DE ÁGUA NO SUBSTRATO**

Petrolina

2017

SABRINA GOMES DE SOUZA

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE PIMENTÃO
AMARELO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE DEPLEÇÃO
DE ÁGUA NO SUBSTRATO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do *campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Eliezer Santurbano Gervásio.

Co-orientador: Prof. Dr. Izaias da Silva Lima Neto.

Petrolina

2017

S719p Souza, Sabrina Gomes de
Produtividade e qualidade de pimentão amarelo sob diferentes níveis de depleção de água no substrato / Sabrina Gomes de Souza. -- Petrolina, 2017.
xvii, 98 f.: il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2017.
Orientador: Profº. Drº. Eliezer Santurbano Gervásio.

Referências.

1. Pimentão amarelo. 2. Cultivo em vaso. 3. Déficit hídrico. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco

CDD 641.35643

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

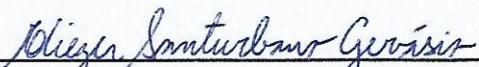
Sabrina Gomes de Souza

Produtividade e qualidade de pimentão amarelo sob diferentes níveis de
depleção de água no substrato

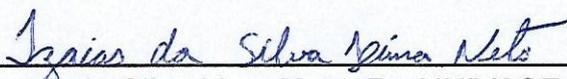
Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Agronomia – Produção Vegetal, pela
Universidade Federal do Vale do São
Francisco.

Aprovada em: 30 de Agosto de 2017.

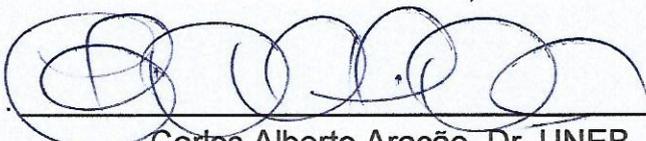
Banca Examinadora



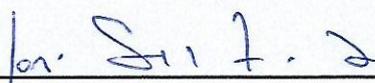
Eliezer Santurbano Gervásio, Dr. UNIVASF.



Izaias da Silva Lima Neto, Dr. UNIVASF.



Carlos Alberto Araújo, Dr. UNEB.



José Sebastião Costa de Sousa, Dr. IF Sertão-PE.

A minha avó Clarice (in memoriam)
Aos meus pais Silvaneide e Ailton
A minha irmã Samara, com todo amor,
dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me abençoado com tantas pessoas especiais, cuidando de mim com sua infinita misericórdia e ter me carregado nos braços quando eu não tinha mais forças para prosseguir.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo financiamento do projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador Eliezer Santurbano Gervásio pela confiança, dedicação, paciência e por ter contribuído de forma imensurável com a minha formação intelectual, profissional e como pessoa. O senhor é um grande exemplo e o terei sempre como referência.

Ao meu co-orientador Izaias da Silva Lima Neto por todas as contribuições durante o experimento, pela disponibilidade, dedicação, paciência e principalmente pelos conselhos. Com o senhor eu pude aprender que existe vida além da pós-graduação... Obrigada por ter sido tão presente e sempre amigável.

À Mariana Neto Rosa Lima pela paciência, dedicação, conhecimentos passados, conselhos e por sempre estar pronta para ajudar. Sua contribuição foi fundamental para a realização deste trabalho, muito obrigada.

À professora Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves Gervásio pelo apoio com as análises estatísticas e por sempre estar disponível para ajudar.

À mestre Angélica Ricarte da Silva pelos conhecimentos passados durante a disciplina tópicos especiais II: Uso do R como ferramenta de análise estatística, pela amizade e disponibilidade para tirar dúvidas. Sua contribuição foi estatisticamente significativa para a minha formação. Muito obrigada por tudo.

Aos professores e pesquisadores Francine Hiromi Ishikawa, Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, Márkilla Zunete Beckmann-Cavalcante, Nataniel Franklin de Melo e Cristiane Xavier Galhardo, por todo apoio técnico e científico passados durante as disciplinas.

À minha avó Clarice Silva Cruz (*in memoriam*) por tudo que sou. Por muitos anos ter sido o meu porto seguro, o colo mágico no qual me permitia sonhar o mais alto possível, a senhora é responsável por eu ter chegado até aqui.

Aos meus avôs Francisco Gomes da Cruz e José Maria de Souza (*in memoriam*) pelo exemplo de força e por sempre terem acreditado em meu potencial.

Aos meus pais Silvaneide Gomes da Silva Souza e Ailton Nunis de Souza por serem a minha fortaleza. Muito obrigada por sempre terem me apoiado, pela confiança, investimento, credibilidade e principalmente por nunca terem desistido de mim. Considero-me uma pessoa abençoada por ter os senhores ao meu lado.

À minha irmã Samara Gomes de Souza pela força, incentivo, conselhos e principalmente pelo AMOR doado mesmo à distância.

Às minhas tias e tio maternos em nome de Silvana Gomes da Silva e meus tios e tias paternos em nome de Adimilson Nunis de Souza pelo apoio, por sempre terem acreditado em mim e por compreenderem os momentos de ausência.

Ao meu fiel escudeiro Teogene Souza de Sá pela cumplicidade, dedicação, companheirismo, conselhos e conhecimentos passados. Eu posso dizer que esta conquista não é minha e sim nossa... Você pra mim é um presente de Deus. Muito obrigada por sempre estar ao meu lado, pela paciência e por todo AMOR.

Aos meus grandes amigos (as) Jéssica Lopes Cavalcante Barreto de Andrade, Jaqueline Silva Machado, Andressa Araújo Soares, Euvaldo Pereira de Cerqueira Júnior, Ebert Santos Cruz e Hérica Fernanda de Sousa Carvalho pelos poucos encontros, mas insubstituíveis. Em nossas conversas muitas vezes pude encontrar a calma e a energia necessária para continuar.

Aos queridos amigos da casa 2: Carlos Roberto Silva de Oliveira, Ariel Marques Reges e Tarcísio Dourado Santos por terem me acolhido, pelos momentos de descontração e pelas palavras de força nos momentos difíceis.

Aos meus amigos de jornada no mestrado Jobson Paixão de Amorim Coelho, Fábio Sanchez da Cunha, Antônio Elton da Silva Costa e Helena Brandão dos Santos Neta pela contribuição direta ou indireta para a conclusão deste trabalho e pela amizade prestada nos momentos difíceis desta caminhada.

RESUMO

No sistema de cultivo em vaso, por existir uma limitação no espaço para desenvolvimento do sistema radicular torna-se de suma importância a aplicação de água e nutrientes de forma criteriosa, já que as plantas encontram-se mais suscetíveis ao estresse hídrico e nutricional quando comparadas a plantas desenvolvidas no solo. Contudo, são escassos os estudos que avaliem diferentes manejos de irrigação neste tipo de sistema. Assim, objetivou-se avaliar a produtividade e qualidade de pimentão amarelo (*Capsicum annuum* L.), cultivado em vaso e em ambiente protegido sob diferentes níveis de depleção de água no substrato a base de pó da casca de coco. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco campus ciências agrárias (9°19'21" S, 40°32'44" W) e o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e seis blocos. Os tratamentos foram compostos por seis níveis de depleção de água no substrato (2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa). Para a avaliação da qualidade dos frutos foi adicionado mais um fator de estudo, diferentes períodos de colheita (87 a 117, 123 a 154 e 163 a 196 DAT), formando assim um arranjo em parcelas subdividas no tempo. O cultivo foi realizado em vasos contendo pó da casca de coco e em ambiente protegido, sendo as mudas transplantadas em 01/06/2016. As plantas foram conduzidas no sistema 1-2-4, tutoradas em espaldeira vertical. As variáveis analisadas foram produção total por planta (kg planta^{-1}), produtividade total e comercial (t ha^{-1}), número de frutos por planta, massa média do fruto (g), eficiência no uso da água (kg m^{-3}), comprimento e diâmetro médio do fruto (cm), relação comprimento/diâmetro, espessura da polpa (mm), sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% ácido cítrico), relação sólidos solúveis/acidez titulável, vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) e carotenoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$). Os frutos foram classificados de acordo com o padrão comercial. Para o número de frutos por planta, produção total, produtividade total e comercial e eficiência no uso da água foram ajustadas regressões polinomiais lineares decrescentes, sendo a tensão de 2 kPa, a que proporcionou os melhores resultados. A massa média dos frutos não foi influenciada pelos tratamentos. As tensões correspondentes à água disponível em substrato à base de pó da casca de coco podem ser utilizadas como indicativo do momento de irrigar no cultivo de pimentão amarelo em vaso, sendo a tensão de 2 kPa a mais indicada. Não houve interação entre os fatores estudados (tensão x período).

Foram ajustadas regressões polinomiais lineares decrescentes para a massa média dos frutos e espessura da polpa. Houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de significância para todas as variáveis entre os períodos de colheita. Irrigações mais frequentes acarretam em maior massa dos frutos, espessura da polpa, comprimento e diâmetro de pimentões amarelos. Frutos colhidos nas primeiras colheitas apresentam melhores parâmetros físicos, entretanto, os teores de sólidos solúveis e vitamina C são maiores nos frutos colhidos após os 123 dias após o transplantio.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., déficit hídrico, cultivo em vaso, lisimetria de pesagem, híbrido Eppo, alimentos funcionais.

ABSTRACT

In the potting system, because there is a limitation in the space for the development of the root system, it is extremely important to apply water and nutrients in a judicious way, since the plants are more susceptible to water and nutritional stress when compared to plants grown in the soil. However, there are few studies that evaluate different irrigation management in this type of system. The objective of this study was to evaluate the productivity and quality of yellow pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivated in pot and protected environment under different levels of water depletion in the coconut shell powder substrate. The experiment was carried out at the Federal University of the São Francisco Valley, in the Agrarian Sciences Campus (9 ° 19'21 "S, 40 ° 32'44" W) and the experimental design was a randomized complete block with six treatments and six blocks. The treatments were composed of six levels of water depletion in the substrate (2, 5, 10, 20, 30 and 40 kPa). In order to evaluate fruit quality, a further study factor was added, different harvest periods (87 to 117, 123 to 154 and 163 to 196 DAT), thus forming an arrangement in split plot in time. The cultivation was carried out in pots containing powder of the coconut shell and in protected environment, being the seedlings transplanted on 06/01/2016. The plants were conducted in the 1-2-4 system, tutored in a vertical espalier. The variables analyzed were total production per plant (kg plant^{-1}), total and commercial productivity (t ha^{-1}), number of fruits per plant, average fruit mass (g), water use efficiency (kg m^{-3}), length and diameter of the fruit (cm), length/diameter ratio, pulp thickness (mm), soluble solids (°Brix), titratable acidity (% citric acid), soluble solids/titratable acidity ratio, vitamin C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) and total carotenoids ($\mu\text{g g}^{-1}$). The fruits were classified according to the commercial standard. For the number of fruits per plant, total production, total and commercial productivity and water use efficiency, linear regression polynomial regressions were adjusted, being the tension of 2 kPa, which provided the best results. The mean mass of the fruits was not influenced by the treatments. The tensions corresponding to the available water in coconut shell powder substrate can be used as indicative of the moment of irrigation in the cultivation of potted yellow pepper, with a tension of 2 kPa being the most indicated. There was no interaction between the factors studied (tension x period). Decreasing linear polynomial regressions were adjusted for mean fruit

mass and pulp thickness. There was a significant difference by the Tukey test at 5% probability for all variables between the harvest periods. More frequent irrigations result in higher fruit mass, pulp thickness, length and diameter of yellow bell peppers. Fruits harvested in the first harvests have better physical parameters, however, soluble solids and vitamin C contents are higher in fruits harvested after 123 days after transplanting.

Key words: *Capsicum annuum* L., water deficit, potting, weighing lysimeters, hybrid Eppo, functional foods.

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 – Telado utilizado para o cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.....	34
Figura 2 – Sistema de tutoramento de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco. a) Sistema em espaldeira vertical; b) Tutoramento individualizado dos lisímetros.....	35
Figura 3 – Disposição dos vasos de acordo com o delineamento experimental.....	36
Figura 4 – Sistema de irrigação utilizado no cultivo em vaso de pimentão amarelo. a) conjunto de motobombas; b) Disposição das linhas laterais.....	39
Figura 5 – Lisímetros de pesagem utilizados no manejo da irrigação no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.....	40
Figura 6 – Esquema de condução da poda no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco. a) Critério 1; b) Critério 2 e c) Critério 3.....	46
Capítulo 1	
Figura 1 – Temperatura diurna e noturna durante o ciclo de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	67
Figura 2 – Número de frutos (A), Produção total (B), Produtividade total (C), Produtividade comercial (D), Massa média dos frutos (E) e Eficiência no uso da água (F) em função das tensões de água no substrato à base de pó de coco no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.....	72
Figura 3 – Classificação de pimentão amarelo cultivado em vaso em função das tensões de água no substrato à base de pó da casca de coco no Vale do Submédio São Francisco.....	76
Capítulo 2	
Figura 1 – Curva de retenção de água no substrato à base de pó da casca de coco utilizado no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.....	84

Figura 2 – Dados meteorológicos médios monitorados durante o ciclo de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	86
Figura 3 – Massa média dos frutos (A) e Espessura da polpa em função das tensões de água no substrato à base de pó da casca de coco no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.....	89
Figura 4 – Carotenoides totais do primeiro período de colheita de pimentão amarelo sob diferentes manejos de irrigação no Vale do Submédio São Francisco.....	93

Lista de Tabelas

	Pág.
Tabela 1 – Caracterização físico-hídrica e química de substrato orgânico à base de pó da casca de coco utilizado no cultivo em vaso de pimentão amarelo.....	38
Tabela 2 – Coeficientes de Uniformidade de Emissão (UE) do sistema de irrigação.....	39
Tabela 3 – Equações de regressão relacionando dados de peso (P), expresso em quilogramas e tensão (T) emitida pela célula de carga, expressa em volts.....	40
Tabela 4 – Massas de água requerida e aplicada referente a cada nível de depleção em substrato orgânico à base de pó da casca de coco.....	43
Tabela 5 – Reajustes da capacidade de container do sistema (vaso-planta-estrutura de tutoramento) durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo, cultivado no Vale do Submédio São Francisco.....	44
Tabela 6 – Solução nutritiva utilizada na fertirrigação de pimentão cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	45
Tabela 7 – Solução estoque de micronutrientes utilizada na fertirrigação de pimentão cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	45
Tabela 8 – Controle fitossanitário durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	47
Tabela 9 – Dados climatológicos monitorados durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	48
Capítulo 1	
Tabela 1 – Número de irrigações e volume de água aplicado durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	68
Tabela 2 – Nutrientes aplicados durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	71
Capítulo 2	
Tabela 1 – Análise de variância para Massa média do fruto (MMF),	

Espessura da polpa (EP), Comprimento médio (CM), Diâmetro médio (DM) e Relação comprimento/diâmetro (CM/DM).....	88
Tabela 2 – Análise de variância para Sólidos solúveis (SS), Acidez titulável (AT), Relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT) e Vitamina C (Vit. C).....	90
Tabela 3 – Massa média (g), Espessura da polpa (mm), Comprimento médio (cm), Diâmetro médio (cm) e Relação comprimento/diâmetro de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	90
Tabela 4 – Sólidos solúveis (SS), Acidez titulável (AT), Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e Vitamina C de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.....	91

SUMÁRIO

	Pág.
1.0 INTRODUÇÃO.....	18
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 A cultura do pimentão	20
2.2 Cultivo em ambiente protegido	23
2.3 Cultivo em vaso e uso de substratos orgânicos.....	26
2.4 Manejo da irrigação em vaso	29
3.0 MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 Local do experimento.....	34
3.2 Sistema de cultivo	34
3.3 Delineamento experimental	35
3.4 Caracterização do substrato.....	36
3.5 Sistema de irrigação.....	38
3.6 Manejo da irrigação	40
3.7 Nutrição das plantas.....	45
3.8 Condução das plantas.....	46
3.9 Controle fitossanitário.....	47
3.10 Monitoramento das variáveis meteorológicas	48
3.11 Variáveis analisadas.....	49
3.11.1 Produção total por planta	49
3.11.2 Produtividade total e comercial.....	49
3.11.3 Número de frutos por planta.....	49
3.11.4 Classificação dos frutos	50
3.11.5 Eficiência no uso da água.....	51
3.11.6 Comprimento e diâmetro médio dos frutos	51
3.11.7 Relação comprimento/diâmetro do fruto.....	51
3.11.8 Espessura da polpa.....	51
3.11.9 Sólidos solúveis	51
3.11.10 Vitamina C	51
3.11.11 Acidez titulável.....	52
3.11.12 Carotenoides totais	52
3.12 Análise estatística.....	53
4.0 REFERÊNCIAS	54

5.0 PRODUTIVIDADE DE PIMENTÃO AMARELO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE DEPLEÇÃO DE ÁGUA NO SUBSTRATO	60
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	60
INTRODUÇÃO	61
MATERIAL E MÉTODOS	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS.....	77
6.0 EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE DEPLEÇÃO DE ÁGUA NO SUBSTRATO E PERÍODOS DE COLHEITA NA QUALIDADE DE PIMENTÃO AMARELO	80
RESUMO.....	80
ABSTRACT.....	81
INTRODUÇÃO	81
MATERIAL E MÉTODOS	83
RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS.....	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS	97

1.0 INTRODUÇÃO

O pimentão encontra-se entre as dez hortaliças mais comercializadas e de maior valor econômico no Brasil. O estado de São Paulo configura-se como maior produtor nacional, sendo responsável por uma produção de 48.585 toneladas (IBGE, 2006). A cultura se adapta bem em ambiente protegido, principalmente os pimentões coloridos.

O cultivo em ambiente protegido é um sistema muito utilizado na produção de hortaliças, uma vez que possibilita a produção em épocas desfavoráveis; realização de colheitas em períodos de entressafra, obtendo assim melhores preços mercadológicos (SILVA; ESCOBEDO; GALVANI, 2002; GAMA et al., 2008). Além disso, apresenta menor incidência de pragas e doenças, por atuar como barreira física, proporcionando elevada produtividade e frutos de qualidade superior aos cultivados em campo aberto.

O uso intensivo do solo em ambientes protegidos, entretanto, tem causado a salinização do solo, em função do manejo inadequado da fertirrigação e o agravamento de problemas com patógenos do solo, devido aos sucessivos ciclos de cultivo de plantas da mesma espécie ou pertencentes à mesma família.

Uma das alternativas para contornar esses problemas é o cultivo em vaso, utilizando substratos orgânicos. Estes por sua vez, devem apresentar características físico-hídricas que favoreçam o bom desenvolvimento da cultura, fornecer nutrientes nas proporções adequadas para cada estágio de desenvolvimento (LIMA et al., 2006), ser de fácil aquisição e de baixo custo. O substrato à base de fibra de coco é um dos materiais recomendados para este fim, devido apresentar excelentes propriedades físicas, além de representar um elevado volume de resíduos proveniente de agroindústrias.

No sistema de cultivo em vaso, o reduzido volume de substrato para desenvolvimento da planta, faz com que esta esteja mais suscetível ao estresse hídrico, necessitando assim da aplicação de água e nutrientes de forma mais criteriosa e com alta frequência.

São poucas as metodologias no manejo da irrigação que permitem a automação e suprimento de água em escala horária, com uso da fertirrigação de forma criteriosa no cultivo em vaso.

A lisimetria de pesagem é considerada a técnica mais indicada para este tipo de cultivo, por permitir a automação e a coleta de dados em escala horária

(GERVÁSIO e MELO JÚNIOR, 2014), além de ser o método mais preciso no suprimento das necessidades hídricas da planta (CAMPECHE et al., 2011).

Levando-se em consideração o melhor aproveitamento dos recursos hídricos e o fato de que cada cultura pode apresentar desempenho diferenciado quando submetidas ao déficit hídrico, torna-se relevante a realização de estudos que visem a obtenção de parâmetros técnicos que indiquem quando e quanto irrigar de forma a suprir as necessidades hídricas da cultura, sem comprometer a sua produtividade e qualidade de frutos, evitando assim o uso excessivo ou deficiência de água e nutrientes.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de depleção de água no substrato, a base de fibra de coco, na produtividade e qualidade de frutos de pimentão amarelo, híbrido Eppo, cultivado em vaso e em ambiente protegido.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça de origem americana e pertence à família *Solanaceae*. A planta é arbustiva, com caule semilenhoso, podendo ultrapassar um metro de altura; as flores são isoladas, pequenas e hermafroditas; o fruto é uma baga oca de formato cônico, cilíndrico ou cúbico, apresentando quando maduro cores variadas; configura-se como uma cultura perene, porém é cultivada como anual (FILGUEIRA, 2008).

A produção mundial de pimentão e pimentas no ano de 2014 teve como principais regiões produtoras a Ásia (67,3%), as Américas (13,3%) e a África (10%), destacando-se como maior produtor a China, seguida pelo México, Turquia e Indonésia (FAOSTAT, 2017).

O pimentão é uma das espécies de hortaliças mais difundidas e consumidas no Brasil na forma *in natura*, sendo considerada uma das dez espécies de maior importância econômica no mercado de hortaliças (BLAT; BRAZ; ARRUDA, 2007). De acordo com o levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças, no ano de 2012, o valor da produção de pimentão foi de R\$ 567,00 milhões; chegando ainda a R\$ 1.132,10 e R\$ 2.012,30 milhões no atacado e varejo, respectivamente (ABCSEM, 2014).

O estado de São Paulo se destaca como maior produtor nacional, sendo responsável por uma produção de 48.585 toneladas e o Nordeste como a segunda região de maior produção, o que corresponde a 77.795 toneladas de pimentão, sendo os estados de maior destaque o Ceará, seguido pela Bahia e Pernambuco (IBGE, 2006).

Os municípios de Camocim de São Félix, Bezerros, Gravatá, São Joaquim do Monte, Chã Grande, Sairé, João Alfredo, Brejo da Madre de Deus e Ibimirim são os principais fornecedores de pimentão ao Centro de Abastecimento de Pernambuco (CEASA-PE, 2012).

Os pimentões podem ser comercializados como frutos frescos, pápricas ou em conservas; sua relevância no mercado é devido à presença de substâncias químicas que conferem sabor, aroma e cor aos alimentos, além de ser uma importante fonte de vitamina C e A (FONTES, 2005). Estas características fazem com que esta hortaliça seja bem aceita pelos consumidores, uma vez que apresenta boa versatilidade de uso na culinária.

A grande demanda e exigências do mercado consumidor brasileiro refletem diretamente na produção agrícola. Dessa forma, a cada ano são lançados no mercado novos produtos e cultivares de hortaliças, na tentativa de suprir esta demanda, o que leva ao aprimoramento constante das técnicas de cultivo.

O pimentão é uma hortaliça comercializada o ano inteiro. Desta forma, os produtores tem buscado sempre a obtenção de ganhos em produtividade e diminuição de custos de produção, uma vez que este é um mercado cada vez mais competitivo (PALANGANA et al., 2012). Assim, tem-se buscado investir em tecnologias, como a utilização de sementes híbridas, sistemas de irrigação que favoreçam uma elevada eficiência de aplicação de água e o uso de adubos via fertirrigação e foliar (ARAGÃO et al., 2011). Além disso, a adoção do ambiente protegido e uso de mudas enxertadas têm sido práticas frequentes no cultivo dessa hortaliça.

A obtenção de híbridos tem sido a melhor estratégia para um efeito imediato sobre a produtividade e qualidade de frutos de pimentão (SANTOS et al., 2017a). Tendo em vista as exigências do mercado consumidor, o melhoramento desta hortaliça vem priorizando não apenas a produtividade, mas também a qualidade do produto, sendo os principais objetivos a obtenção de frutos uniformes e com alta qualidade, polpa espessa, plantas precoces e resistentes a patógenos e pragas (BLAT; BRAZ; ARRUDA, 2007).

O híbrido Eppo apresenta plantas compactas, com entrenós curtos e se destaca pelo alto rendimento. Produz frutos de coloração amarela, firmes, uniformes, de parede grossa e pele lisa. Possui resistência ao CMV (*Cucumber Mosaic Virus*) e TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*) (SYNGENTA, 2012).

Mesmo com a utilização de híbridos, caracterizados pelo seu alto vigor e uniformidade, podem existir diferenciações quando submetidos à condições adversas. Pimenta et al. (2016) afirmam que algumas características não são modificadas na expressão fenotípica quando submetidas a alterações ambientais. Entretanto, caracteres de maior interesse econômico, por serem geralmente quantitativos, podem sofrer alterações fenotípicas significativas quando sujeitos a pequenas mudanças ambientais.

Para que seja observado um bom desempenho de híbridos, faz-se necessário o uso adequado de técnicas agrônômicas, como a realização de poda, principalmente em ambiente protegido (SANTOS et al., 2017a), além do

fornecimento adequado de água e nutrientes de forma a garantir a máxima expressão do seu potencial produtivo. Outra técnica muito utilizada é o uso de mudas enxertadas por conferir incrementos de produtividade e resistência ao ataque de patógenos habitantes do solo.

No Estado de São Paulo, em torno de um milhão de mudas de pimentão por ano são enxertadas na tentativa de se produzir em solos contaminados por patógenos em casas de vegetação (MADEIRA et al., 2016). A enxertia ajuda a controlar preventivamente a ocorrência de doenças do solo, além de amenizar o efeito dos nematoides (CAÑIZARES e GOTO, 1998).

O porta-enxerto AF-8253 apresenta sistema radicular vigoroso, propicia uma maior precocidade e longevidade de colheita, podendo assim contribuir com um incremento de produtividade de até 25%. Possui um alto nível de resistência à *Phytophthora capsici* (murcha do pimentão), *Ralstonia solanacearum* (murcha bacteriana), e aos nematóides *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incógnita* (raças 1, 2, 3 e 4) (SAKATA, 2016).

Palangana et al. (2012) estudaram o efeito da aplicação exógena de diferentes doses do bioestimulante Stimulate® em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido, sendo utilizado o híbrido Gold como porta-enxerto e o Zarco como enxerto e pé-franco, obtiveram incremento na produção de 39,5% nas plantas enxertadas em relação às plantas pé-franco, além de um número maior de frutos comerciais.

Resultado semelhante foi encontrado por Costa et al. (2014), ao avaliarem três tipos de pimentas como porta-enxertos, pimentão sob pimentão e pé-franco da cultivar Casca Dura Ikeda. Os autores observaram que o uso da enxertia não influenciou o diâmetro e comprimento do fruto, porém seu uso aumentou o número de frutos comerciais.

Madeira et al. (2016) recomendam, tanto para pimentão como para outras hortaliças, a busca por porta-enxertos que sejam não só resistentes ou tolerantes às principais doenças que afetam a cultura, como também, combinações que levem à produção igual ou superior a da cultivar não enxertada.

A planta de pimentão apresenta melhor desenvolvimento quando a temperatura do ar, durante o dia, encontra-se entre 20 e 25°C, e a noite entre 16 e 18°C (TIVELLI, 1999). Para o florescimento, a temperatura ótima do ar é

de 25°C, podendo variar entre 18 e 20°C para a mínima e atingir no máximo 35°C (CERMEÑO, 1977, apud TIVELLI, 1999, p. 12).

Os pimentões coloridos, principalmente o amarelo e o creme, só produzem satisfatoriamente, quando cultivados em ambiente protegido devido a sua suscetibilidade à queima dos frutos pelo sol (SCIVITTARO et al., 1999).

Com o intuito de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e oferecer pimentão em todas as épocas do ano, a maioria dos produtores, com destaque para as regiões Sudeste e Sul do Brasil têm optado pelo cultivo em ambiente protegido (OLIVEIRA et al., 2009).

2.2 Cultivo em ambiente protegido

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido no Brasil não é uma tecnologia recente. Apesar de vários trabalhos registrarem essa prática desde o final dos anos 60, foi somente no fim dos anos 80 e, principalmente, no início da década de 90 que esta técnica de produção passou a ser amplamente utilizada (GRANDE et al., 2003).

A adoção do ambiente protegido pode tornar viável a produção de vegetais em épocas ou locais cujas condições climáticas são críticas, já que este sistema altera diversos elementos meteorológicos (SILVA; ESCOBEDO; GALVANI, 2002). Além disso, podem-se obter colheitas nas épocas em que há uma menor oferta do produto no mercado, obtendo assim cotações mais elevadas (GAMA et al., 2008).

Outra vantagem deste tipo de sistema de produção é a utilização de irrigação por gotejamento, devido propiciar alta eficiência de aplicação, ser de fácil automação e possibilitar a fertirrigação (FARIA e CARRIJO, 2004). Isso faz com que haja um uso racional dos recursos disponíveis de forma a alcançar o máximo aproveitamento de insumos e, conseqüentemente, melhores retornos econômicos.

Em uma economia competitiva o uso de ambiente protegido apresenta-se como uma alternativa para os produtores, já que reduz as perdas e aumenta a produtividade de diversas culturas. Segundo Brandão Filho et al. (2003) as hortaliças mais cultivadas nesse sistema são o pimentão, a alface, o tomate e o pepino.

O cultivo do pimentão em estufas plásticas é muito comum em função da grande produtividade que pode ser alcançada nestas condições, podendo

chegar próximo ao dobro do que é obtido no cultivo em campo aberto. Além disso, melhora a qualidade dos frutos, devido a proteção contra fatores adversos, tais como queimadura do sol, excesso de chuvas e ataque de insetos (LÚCIO et al., 2004).

Em regiões mais quentes, as quais apresentam como características alta incidência solar e temperaturas excessivas, o uso de telas de sombreamento torna-se fundamental. Estas por sua vez, possibilitam o cultivo de pimentão colorido, já que este é mais sensível à incidência solar quando comparado aos pimentões comercializados ainda verdes. São encontrados no mercado diferentes tipos de malhas de sombreamento, destacando-se as fotoconversoras que atuam no controle do espectro de luz.

As malhas fotoconversoras são encontradas normalmente na coloração azul, que transmite luz de uma banda larga em 470 nm (azul), além de outros picos na região do vermelho distante e infravermelho (acima de 750 nm) e de coloração vermelha, a qual é responsável por uma maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm (vermelho) e um pico menor em torno de 400 nm (violeta), reduzindo ondas azuis, verdes e amarelas (BRANT, et al., 2009).

Acredita-se que as malhas fotoconversoras são capazes de modificar, não só a quantidade da radiação solar transmitida, como também sua qualidade, o que acarreta em modificações óticas da dispersão e reflectância da luz (CHAGAS et al., 2013). De acordo com Brant et al. (2009), as telas coloridas são consideradas um novo conceito agrotecnológico, tendo como princípio a combinação da proteção física com a filtração diferencial da radiação solar, promovendo assim respostas fisiológicas específicas que são reguladas pela luz.

Segundo Henrique et al. (2011) as modificações nas características espectrais da radiação solar pode modificar aspectos estruturais e fisiológicos das plantas. Desta forma, a percepção das plantas em relação à radiação pode se dar de forma diferenciada de acordo com a qualidade espectral da radiação ofertada e a espécie a ser cultivada.

Experimentos desenvolvidos com pimentão e tomate têm demonstrado um bom desempenho destas hortaliças em regiões de clima quente utilizando-se ambientes protegidos com telas de sombreamento.

Em experimento conduzido por Araquam (2013) no Vale do Submédio São Francisco, avaliou-se o desempenho de dois híbridos de pimentão amarelo (Eppo e Satrapo) cultivados em vaso e submetidos a diferentes ambientes com telas de sombreamento (azul, cinza e vermelha). Apesar de não ter encontrado diferença significativa em termos de produtividade, o autor destaca a importância de se utilizar telas de sombreamento, por possibilitar a produção de pimentão no segundo semestre do ano, período característico por alta incidência de radiação solar e elevadas temperaturas na região.

Rocha et al. (2014), ao realizar experimento com a cultura do tomate (híbridos D-4768 e C-5240) conduzido em ambientes protegidos por telas de sombreamento (branca, preta, cromatinete difusor e termorefletora) e a céu aberto no Vale do Submédio São Francisco, puderam observar que o número de frutos por planta foi superior nos ambientes com telas em relação ao cultivo a campo aberto.

Sob as mesmas condições de cultivo, as plantas de tomate em campo aberto apresentaram taxa de crescimento absoluto menor do que as plantas submetidas aos diferentes ambientes, durante praticamente todo o ciclo, tendo uma redução da taxa na época de maior intensidade luminosa em todos os ambientes (ROCHA et al., 2015). Em ambos os trabalhos os híbridos apresentaram desempenhos diferenciados, mesmo quando submetidos ao mesmo ambiente.

De acordo com Rosa (2012) para as condições climáticas de Goiânia-GO, o uso de malhas fotosselativas azul e vermelha com 40% de sombreamento, acarretaram em estiolamento de plantas, redução do número de frutos e menor produção total de pimentão vermelho e amarelo quando comparado ao cultivo em campo aberto. Entretanto, o híbrido Eppo por apresentar maior suscetibilidade à queima pelo sol, teve um aumento de 4% na produção de frutos comerciais por planta, em comparação com o cultivo em campo aberto.

O cultivo sucessivo, em ambiente protegido, de plantas da mesma espécie ou pertencentes à mesma família botânica faz com que a cada ciclo de cultivo aumente a fonte de inóculo de doenças e pragas no solo, as quais podem trazer sérios prejuízos às culturas. A cultura do pimentão é suscetível ao ataque de várias pragas e doenças, as quais podem levar à perda total da produção em ataques severos (HALFELD-VIEIRA et al., 2005). Essa suscetibilidade leva ao aumento dos custos de produção, devido o uso

contínuo de defensivos. Contribuindo assim com a contaminação do ambiente, trabalhadores e consumidores, bem como a redução da qualidade dos frutos devido a presença de resíduos.

Na produção de hortaliças em ambiente protegido, o uso intensivo do solo trouxe problemas fitossanitários, como o surgimento de fitonematoides. Estes por sua vez, em condições adequadas de temperatura e umidade se reproduzem rapidamente e mantém nível elevado de inóculo no campo, infectando as raízes e prejudicando a eficiência de absorção de água e nutrientes (SALATA et al., 2012). Neste tipo de sistema as hortaliças frutos, basicamente solanáceas e cucurbitáceas, são as mais afetadas por patógenos presentes no solo (LOPES e GOTO, 2003).

Entre as principais espécies de nematoides encontradas em áreas destinadas à produção das olerícolas estão a *Meloidogyne incognita* e a *M. javanica*, as quais podem ser encontradas simultaneamente ou separadas e causam, muitas vezes, prejuízos a essas culturas (ROSA; WESTERICH; WILCKEN, 2013). Em pimentão, as cultivares comerciais disponíveis no mercado brasileiro apresentam pouca ou nenhuma resistência a patógenos de solo (OLIVEIRA et al., 2009).

Diante do exposto, o cultivo em vaso torna-se um método alternativo de produção para estas áreas que apresentam problemas com patógenos de solo, bem como aquelas que estão em processo de degradação e salinização do solo, decorrentes do manejo inadequado da irrigação.

São escassos na literatura trabalhos apresentando dados de produtividade, precocidade e características de frutos, bem como a indicação de híbridos de pimentão mais produtivos, quando estes são cultivados em vaso contendo substratos (SANTOS et al., 2017b).

2.3 Cultivo em vaso e uso de substratos orgânicos

A baixa ocorrência de chuvas, adubação mineral em excesso, manejo inadequado da irrigação por gotejamento e o uso contínuo do solo, são fatores ligados ao processo de salinização em áreas produtivas. Em ambientes protegidos, tem-se utilizado como medida preventiva o cultivo em substratos, o qual além de evitar a degradação do solo, contribui para incrementos de produtividade e qualidade de frutos (MELO et al., 2012).

O sistema de cultivo em recipiente com substrato limita o espaço disponível para o desenvolvimento do sistema radicular, o que implica no fornecimento de nutrientes de forma precisa (LUDWIG et al., 2013). Embora o uso de substratos possa proporcionar maior eficiência dos fatores de produção quando comparado ao cultivo em solo, o seu sucesso está condicionado à otimização do manejo da irrigação e nutrição (MAROUELLI et al., 2005).

A utilização de fertirrigação no cultivo em substratos fornece às plantas quantidades de nutrientes adequadas para cada estágio de desenvolvimento da cultura, o que promove incrementos em produtividade e melhor qualidade dos frutos produzidos (VARGAS et al., 2008; CHARLO et al., 2009). Por necessitar de irrigações e fertilizações frequentes, faz-se necessário o conhecimento das propriedades químicas e físicas dos substratos, por serem fatores determinantes no manejo e controle da qualidade dos cultivos (SCHMITZ; SOUZA; KAMPF, 2002).

No cultivo protegido de pimentão no Brasil, o uso da irrigação por gotejamento associada à fertirrigação é bastante frequente, sendo seu uso de grande importância principalmente quando se utilizam substratos especiais, como a fibra de coco. Além disso, esse tipo de sistema favorece a automação e confere maior produtividade (MAROUELLI e SILVA, 2012). A produção de pimentão em vaso é recente, apresentando poucos estudos que forneçam recomendações técnicas adequadas (CHARLO et al., 2012).

Verifica-se gradual substituição do cultivo de hortaliças em solo para o cultivo em substrato orgânico. Este material deve permitir o desenvolvimento adequado das raízes, reter água, contribuir com a aeração e agregação das raízes e não favorecer a incidência de doenças e plantas invasoras, bem como, fornecer todos os nutrientes necessários de acordo com a demanda de cada fase da cultura, e para que isso seja possível deve apresentar pH próximo da neutralidade, baixa salinidade e uma boa capacidade de troca catiônica (LIMA et al., 2006).

Desta forma, a adequação dos substratos orgânicos para uso no cultivo em vaso deve ser pautada na disponibilidade de nutrientes (LUDWIG et al., 2014), apresentar disponibilidade e baixo custo (FERNANDES; CORÁ; BRAZ, 2006) e estar relacionada com o reaproveitamento de resíduos (MELO et al., 2012). Assim, para a obtenção destes substratos torna-se necessário o conhecimento da biodiversidade de materiais na região, de forma a buscar

alternativas que venham a desonerar cada vez mais os custos de produção (COELHO et al., 2013).

Como alternativa, têm-se o desenvolvimento de meios para utilização da casca do coco verde, cuja água é bastante consumida no Brasil, não só na região litorânea, mas em todo o território nacional (CARRIJO et al., 2004).

O Nordeste representa 80,73% do total da área colhida de coco do País, sendo o município de Juazeiro-BA responsável por 3,57% da produção de coco da região (MARTINS e JESUS JUNIOR, 2014). O Vale do Submédio São Francisco por apresentar áreas expressivas de produção de coco com destino à agroindústria e consumo *in natura*, tem gerado um grande volume de resíduos de casca.

A fibra de coco apresenta boas propriedades físicas, como elevada porosidade, longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, permite a esterilização e alta disponibilidade, principalmente em regiões que dispõe de áreas produtivas de coco e indústria de água de coco. Isso faz com que a fibra de coco seja considerada um substrato ideal para o cultivo de hortaliças, devido não apresentar degradação acelerada causada pela intensa aplicação de água e fertilizantes (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002). Segundo os mesmos autores, este material leva mais de oito anos para se decompor, sendo a sua utilização de relevância econômica, social e ambiental.

Apesar das vantagens de se utilizar a fibra de coco como substrato orgânico, quando trata-se da casca de coco verde, após o seu processamento este material apresenta excesso de sais, o que compromete o desenvolvimento da planta. Desta forma, torna-se necessário a realização de sucessivas lavagens para a lixiviação destes íons. Essa problemática se agrava quanto menor for o tamanho da partícula. De acordo com Sá et al. (2015) a condutividade elétrica do pó da casca de coco aumenta a medida que diminui o tamanho da partícula e isso acarreta no gasto de volumes de água significativos para reduzir a salinidade a níveis que possibilite o cultivo. Segundo os autores, é necessário um volume de água em torno de seis vezes o volume de substrato.

Ao avaliar a produção de híbridos de pepino em dois sistemas de cultivo, em vaso contendo fibra de coco e no solo, Castoldi et al. (2014) obtiveram maior número de frutos por planta e produtividade quando os híbridos foram

cultivados em fibra de coco, recomendando assim esse tipo de cultivo com fertirrigação em ambiente protegido.

Experimento semelhante foi desenvolvido por Vargas et al. (2008) na produção de cultivares de melão rendilhado. Os resultados demonstraram uma maior produção no cultivo em fibra de coco em relação às plantas cultivadas em solo. Os autores justificam tal resultado à boa nutrição das plantas, uma vez que os fertilizantes são fornecidos de forma fracionada e prontamente disponível, o que reflete em maior vigor e conseqüentemente, plantas menos suscetíveis a fatores abióticos.

Charlo et al. (2009) ao cultivar híbridos de pimentão amarelo CLXP 1463, Eppo e Matador em ambiente protegido e utilizando substrato de fibra de coco, obtiveram produção com frutos classificados como Extra e produtividades comerciais de 107,61; 102,62 e 95,31 t ha⁻¹, respectivamente. Com base nestes dados, os autores concluíram que a produtividade de pimentão em ambiente protegido, utilizando fibra da casca de coco e fertirrigação foi muito expressiva, contudo, há uma carência de informações na literatura sobre este sistema de cultivo.

No cultivo em vaso, o manejo inadequado da irrigação pode levar as plantas a condições de deficiência hídrica e acarretar em aumento dos custos de produção, sendo a primeira responsável pelo comprometimento da produção e a segunda decorrente da aplicação de quantidades de água acima dos limites aceitáveis de drenagem (MAROUELLI et al., 2005). Desta forma, torna-se relevante a realização de estudos que avaliem de forma criteriosa a aplicação de água e nutrientes, sendo possível a recomendação de parâmetros técnicos e de fácil aplicação a este sistema de cultivo.

2.4 Manejo da irrigação em vaso

O uso racional da água nos sistemas agrícolas é de extrema importância, devido acarretar em benefícios ambientais e econômicos. A água é um elemento preponderante para o incremento na produção agrícola, o que exige o conhecimento sobre o crescimento e rendimento das culturas quando submetidas a diferentes condições (ARAGÃO et al., 2012).

A forma com que se aplica água nos sistemas agrícolas torna-se fundamental devido esta ser um bem essencial e ambientalmente importante, principalmente em regiões que apresentam escassez deste recurso. Além

disso, quando trabalha-se com fertirrigação a medida que se aplica água também aplica-se nutrientes, portanto, o uso adequado deste recurso acarreta não só em economia de água como também de adubo, o qual é um dos insumos mais onerosos da cadeia produtiva agrícola.

A eficiência no uso da água representa quanto a planta produziu por volume de água aplicado. Portanto, a busca por manejos que busquem a obtenção de uma elevada eficiência no uso da água faz com que o sistema produtivo torne-se mais competitivo, devido haver incrementos produtivos aliados ao melhor aproveitamento da água e nutrientes.

De acordo com Souza et al. (2011), para um eficiente manejo da água de irrigação, é fundamental o conhecimento da disponibilidade de água no solo para as plantas, sendo esta quantificada pela demanda de água da planta e da atmosfera e pela intensidade de fluxo de água do solo para a raiz.

Cada cultura apresenta exigências hídricas particulares e quando submetidas a situações de estresse hídrico, falta ou excesso, apresentam mecanismos diferenciados. Em muitas plantas, reduções no suprimento hídrico inibem o crescimento do caule e a expansão foliar, mas estimulam o alongamento das raízes (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O pimentão é uma cultura que exige suprimento regular de água durante todo o ciclo. Entretanto, o excesso de água no solo favorece o surgimento de doenças que podem acarretar o apodrecimento do colo e raízes, como também, o abortamento e queda de flores (CARVALHO et al., 2011). Quanto ao déficit hídrico, as plantas são mais sensíveis durante o florescimento e frutificação. A falta d'água nesses estádios fenológicos contribui para o aumento do aborto de flores, além de restringir a absorção e translocação de cálcio para o fruto, favorecendo o surgimento de podridão apical (MAROUELLI e SILVA, 2012). Desta forma, um bom suprimento de água é fundamental para o desenvolvimento e produção da cultura do pimentão (ARAGÃO et al., 2011).

A principal diferença entre o cultivo em solo e em substratos orgânicos está na fase sólida, sendo esta muito inferior no substrato quando comparada ao solo, em consequência da elevada porosidade do substrato; isso indica que em um determinado volume de substrato haverá mais espaço disponível para água e ar do que em um mesmo volume de solo (MINER, 1994). Assim, o substrato orgânico torna-se o meio ideal para o desenvolvimento da planta no sistema de cultivo em vaso.

De acordo com De Boodt (1974 apud MINER, 1994, p. 59), em substratos orgânicos a água retida na tensão de 1 kPa aproxima-se da capacidade de container; entre 1 e 5 kPa corresponde a água facilmente disponível e de 5 a 10 kPa é considerada como água de reserva e também disponível para a planta; em tensões superiores a 10 kPa é tida como água dificilmente disponível.

A tensão matricial de água no solo exerce um papel importante no processo de absorção da água pelas plantas, podendo ser utilizada para avaliar, indiretamente, a deficiência de água na planta e indicar o momento de se irrigar (MAROUELLI e SILVA, 2012).

No manejo da irrigação em ambiente protegido, normalmente são utilizadas como metodologias para reposição de água a evapotranspiração da cultura, baseada na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) e coeficiente de cultura e o monitoramento de água no solo, através da tensiometria ou instalação de sensores de umidade.

O manejo da irrigação a partir do monitoramento climático, em ambientes protegidos, apesar de ser muito utilizado apresenta algumas limitações. Uma das principais problemáticas é o fato dos parâmetros que compõem as equações para a estimativa da evapotranspiração de referência, terem sido estabelecidos para condições de campo, sendo assim necessária a realização de experimentos que adequem estes parâmetros às condições vigentes dentro do ambiente protegido, já que o uso de uma cobertura para o cultivo afeta diretamente o balanço energético dentro de telados e estufas.

Outra problemática é o espaço para a instalação de equipamentos (BANDEIRA et al., 2011), o que diminui a área útil dentro do ambiente protegido. E, além disso, o coeficiente de cultura é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas, devendo ser determinado, de preferência, para as condições locais, nas quais será utilizado (MEDEIROS; ARRUDA; SAKAI, 2004).

Ao avaliar dois manejos de irrigação, por tensiometria e minitanque de evaporação, no cultivo em vaso de cultivares de alface em ambiente protegido, Bandeira et al. (2011) obtiveram lâmina total de irrigação de 280 e 130,14 mm para tensiometria e minitanque, respectivamente. De acordo com os autores o minitanque subestimou a necessidade de reposição de água, deixando as

plantas mais suscetíveis ao déficit hídrico. Além disso, a eficiência no uso da água foi maior na tensiometria do que no minitanque.

Considerando o cultivo em vaso, o uso de tensiômetros e sensores de umidade variam de acordo com o tamanho do vaso, sendo importante avaliar o posicionamento e a quantidade a serem instalados no vaso de forma a obter uma leitura mais representativa da umidade no substrato. Isso deve ser visto com maior atenção no cultivo em vaso devido à suscetibilidade das plantas ao estresse hídrico quando cultivadas neste tipo de sistema. Além disso, estes elementos devem permitir o uso da automação, a qual é preponderante neste tipo de cultivo, já que as irrigações são de alta frequência e ocorrem em escala horária.

A técnica da lisimetria de pesagem consiste em medir a variação do peso de um bloco de solo, em função da entrada ou saída de água, por meio de uma célula de carga, constituindo assim uma medida direta da dinâmica de água no solo; essa técnica é mais precisa quando se calcula a evapotranspiração em períodos menores que um dia (CAMPECHE et al., 2011). Segundo Nascimento et al. (2016), a lisimetria é reconhecida como a melhor técnica para se determinar a evapotranspiração das culturas.

Os lisímetros de pesagem destacam-se pela sua precisão e facilidade operacional (PERES et al., 2013). De acordo com Gervásio e Melo Júnior (2014), a técnica da lisimetria de pesagem pode ser empregada no cultivo em vaso a partir do estabelecimento dos limites de máxima capacidade de retenção de água (capacidade de container) e do início da irrigação (peso crítico), fazendo com que as plantas mantenham-se sob condições ideais de umidade. Além disso, a técnica permite a automação, a qual possibilita a obtenção de medidas em escala horária.

Considerando o uso da fertirrigação no cultivo em vaso e em ambientes protegidos a eficiência de aplicação de água torna-se preponderante para o bom desenvolvimento da cultura, como também, garante o melhor aproveitamento dos recursos, diminuindo assim os custos de produção. Segundo Albuquerque et al. (2011), a quantidade de fertilizantes a se aplicar para qualquer cultura deve ser a mais próxima possível do que é extraído pela planta, pois existe o perigo de salinização do solo a partir do acúmulo de sais na região do sistema radicular.

De acordo com dados publicados pela ANA (2016), observa-se expressivo aumento na agricultura irrigada no Brasil nas últimas décadas, crescendo sempre a taxas superiores às do crescimento da área total plantada, sendo no ano de 2014 uma área irrigada de 6,11 milhões de hectares e o setor de irrigação responsável por 55% da vazão consumida no País.

A falta de investimentos em manejo da irrigação adequado e sistemas de irrigação geram perdas. Assim, tem-se empregado esforços em pesquisas que possibilitem a economia de água, principalmente nos sistemas agrícolas (VILELA et al., 2015). Desta forma, pode-se afirmar que o grande desafio é a utilização, por produtores, de um manejo da irrigação que supra as necessidades das culturas, não comprometendo o seu desenvolvimento e evitando perdas excessivas de água.

Uma das formas de avaliar a real necessidade hídrica de determinadas culturas é a submissão destas a diferentes manejos. De acordo com Carvalho et al. (2011) o déficit hídrico pode trazer vantagens com a diminuição dos custos da irrigação, economia de água e, conseqüentemente, benefícios ao meio ambiente. Sendo assim, torna-se relevante o desenvolvimento de estudos que detectem quando e quanto irrigar, a partir do déficit hídrico, de forma a suprir as necessidades hídricas da cultura e não comprometer a produtividade e qualidade de frutos, procurando assim a máxima eficiência no uso da água.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, campus Ciências Agrárias, localizado no município de Petrolina – PE. O clima da região é classificado de acordo com Köppen como tipo BSw^h, semiárido e muito seco, com temperaturas médias mensais máximas e mínimas de 34,0 °C e 22,1 °C, respectivamente, e precipitação média anual de 549 mm ano⁻¹ (TEIXEIRA, 2010).

3.2 Sistema de cultivo

Foram utilizadas mudas enxertadas do híbrido Eppo (Syngenta Seed) e AF-8253 (Sakata seed), enxerto e porta-enxerto, respectivamente. O transplântio das mudas foi realizado no dia 01/06/2016 e o cultivo em ambiente protegido, este foi constituído de um telado com as seguintes dimensões: 16 m de comprimento, 7 m de largura e 2,5 m de pé direito. Como cobertura foi utilizada uma tela termorefletora (Aluminet), com o objetivo de diminuir a temperatura interna a partir reflexão dos raios solares incidentes, e as laterais e frontais foram revestidas com tela fotoconversora vermelha (Chromatinet LENO Red), com o objetivo de diminuir a incidência de insetos dentro do ambiente e aumentar a eficiência fotossintética das plantas. Ambas as telas apresentaram 50% de sombreamento (Figura 1).

Figura 1 – Telado utilizado para o cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.



O sistema de cultivo adotado foi sem solo, utilizando-se substrato orgânico como meio de sustentação das plantas. Foram utilizados vasos de seção circular com capacidade para 11 L. Estes foram devidamente

preenchidos com pó da casca de coco até atingir uma massa de 3 kg. O substrato no momento do preenchimento encontrava-se com uma umidade média de 4 g/g.

Os vasos foram dispostos em fileiras duplas com espaçamentos de 0,8 m entre fileiras simples, 0,9 m entre fileiras duplas e 0,5 m entre plantas na fileira, o que totalizou em oito fileiras contendo 23 vasos cada.

O sistema de tutoramento das plantas foi em espaldeira vertical (Figura 2a), com cinco arames dispostos na horizontal, espaçados os quatro primeiros a cada 30 cm e o último à 40 cm. Os arames foram sustentados por estacas de eucalipto de dois metros de altura, a partir da superfície do solo, e diâmetro de sete centímetros, sendo cada linha de cultivo composta por três estacas, exceto as linhas que continham os lisímetros, onde foram utilizadas quatro estacas, devido ao sistema de tutoramento destes serem individualizados (Figura 2b).

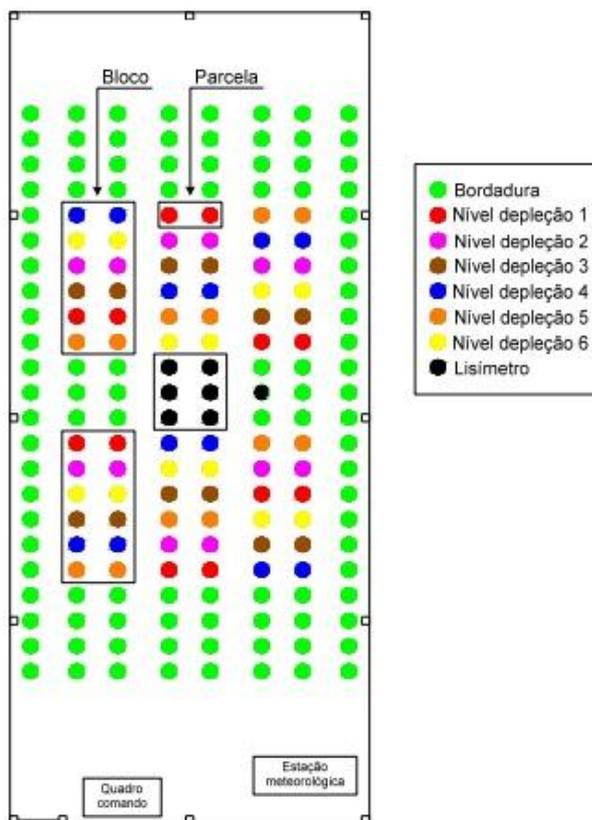
Figura 2 – Sistema de tutoramento de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco. a) Sistema em espaldeira vertical; b) Tutoramento individualizado dos lisímetros.



3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e seis blocos, totalizando 36 parcelas experimentais, sendo cada parcela composta por duas plantas (Figura 3). Os tratamentos avaliados foram representados por seis níveis de depleção de água no substrato orgânico (2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa).

Figura 3 – Disposição dos vasos de acordo com o delineamento experimental.



3.4 Caracterização do substrato

O substrato orgânico utilizado no cultivo foi o pó da casca de coco. Após o processamento da casca e obtenção do substrato (partículas inferiores a 4 mm), mediu-se a condutividade elétrica, obtendo-se o valor de 10 dS m^{-1} . Considerando que este valor de salinidade é muito elevado para o cultivo de pimentão, iniciou-se o processo de lixiviação do material por meio de lavagens sucessivas. Foram realizadas nove lavagens para reduzir a condutividade elétrica do substrato, obtendo-se ao final desse processo o valor de $0,13 \text{ dS m}^{-1}$, o qual foi considerado adequado para iniciar o experimento.

Além do processo de lixiviação, o substrato foi caracterizado quanto aos aspectos físico-hídricos e químicos, determinando-se os seguintes parâmetros: densidade, porosidade, distribuição granulométrica, curva de liberação de água do substrato, condutividade elétrica e pH. A porosidade e densidade foram obtidas a partir do preenchimento de um recipiente de volume conhecido com substrato seco. Este por sua vez, passou por três ciclos de saturação e ao final do último ciclo, procedeu-se a pesagem do recipiente para obtenção da massa do substrato na condição de saturação. Em seguida, o substrato foi seco em

estufa de circulação forçada à temperatura de 65°C durante um período de 72 h. Desta forma, foi calculada a densidade, a partir da divisão da massa seca pelo volume total e a porosidade, a qual é igual à umidade (base volume) na condição de saturação.

A análise granulométrica foi realizada em um agitador de peneiras orbital com batida intermitente. As peneiras foram sequenciadas de acordo com o tamanho (4; 3,35; 2; 1,4; 1 e 0,5 mm) e partiu-se de uma amostra de 50 g de substrato seco em estufa de circulação forçada. A amostra permaneceu sob agitação (280 rpm) durante um período de dez minutos para separação das partículas. Após agitação foi verificada a massa retida em cada peneira com o auxílio de uma balança de precisão (0,01 g). O tempo de agitação utilizado foi definido a partir de sucessivos testes com diferentes tempos até o momento que a massa retida nas peneiras passou a ser constante. Amostras secas do substrato foram colocadas em funis de Haines e extrator de Richards e submetidas a diferentes tensões para obtenção da curva de liberação de água do substrato.

A umidade na capacidade de container de um substrato pode ser obtida experimentalmente, já que o valor de 1 kPa, estabelecido como referência na literatura, pode variar em função das dimensões do vaso. Nesse sentido, optou-se por determiná-la experimentalmente utilizando-se a seguinte metodologia: vasos preenchidos com substrato e contendo registros para controle da drenagem foram submetidos a saturação com água. Em seguida, foram cobertos com sacola plástica para evitar perdas de água por evaporação. Posteriormente, os registros foram abertos para a ocorrência de drenagem livre. Depois de cessada a drenagem, os vasos foram pesados individualmente e o peso médio do conjunto (recipiente e substrato úmido) foi considerado como sendo o peso da capacidade de container e todo o substrato foi seco em estufa de circulação forçada à temperatura de 65°C para obtenção da massa seca e determinação da umidade na capacidade de container.

Os parâmetros químicos avaliados, condutividade elétrica e pH, foram obtidos nas proporções volumétricas de 1:1 e 2:1 (água:substrato), a partir de medições com condutímetro modelo Combo - HI 98130. Todas as determinações foram realizadas com cinco repetições. A Tabela 1 apresenta os dados da caracterização completa do pó da casca de coco.

Tabela 1 – Caracterização físico-hídrica e química de substrato orgânico à base de pó da casca de coco utilizado no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.

Atributos físico-hídricos e químicos		Valores médios
Densidade (kg m ⁻³)		74 ± 1,67
Porosidade (m ³ m ⁻³)		0,88 ± 0,0062
Granulometria	Tamanho de partícula (mm)	Massa (g)
	≥ 4,0	0,55 ± 0,04
	[3,35; 4,0[0,35 ± 0,08
	[2,0; 3,35[5,51 ± 0,41
	[1,4; 2,0[9,03 ± 0,50
	[1,0; 1,4[11,75 ± 0,59
	[0,5; 1,0[34,03 ± 0,37
< 0,5	38,78 ± 1,77	
Retenção de água	Tensão (kPa)	Umidade (m³ m⁻³)
	1	0,59
	2	0,48
	5	0,40
	10	0,35
	20	0,26
	30	0,23
40	0,20	
Umidade na capacidade de container (m ³ m ⁻³)		0,51*
Capacidade de aeração (%)		28,6
Água facilmente disponível (%)		19,3
Água de reserva (%)		4,7
Água disponível (%)		24
Água remanescente (%)		36,3
Condutividade Elétrica do extrato saturado (dS m ⁻¹)	Proporção (água:substrato)	
	1:1 (v:v)	0,27 ± 0,01
	2:1 (v:v)	0,18 ± 0,01
pH	Proporção (água:substrato)	pH
	1:1 (v:v)	6,33 ± 0,03
	2:1 (v:v)	6,42 ± 0,05

* Valor determinado experimentalmente.

3.5 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação foi composto por duas caixas de 1000 L para alimentação; sete motobombas de 0,1 cv (Figura 4a), correspondentes aos seis níveis de depleção de água e uma para a manutenção da bordadura; linhas de derivação de PVC DN20 e linhas laterais de polietileno DN16 PN30 distribuídas no ambiente protegido de acordo com a casualização dos tratamentos. Na saída de cada motobomba foi instalado um hidrômetro modelo Alfa mnf classe B, para a quantificação do volume de água aplicado. Utilizou-se por vaso um gotejador autocompensante com vazão nominal de 2 L h⁻¹, o qual foi acoplado à linha lateral por meio de microtubo de 8 mm (Figura 4b).

Figura 4 – Sistema de irrigação utilizado no cultivo em vaso de pimentão amarelo. a) conjunto de motobombas; b) Disposição das linhas laterais.



Para a determinação da uniformidade de distribuição de água do sistema, foi realizado um ensaio de vazão em todos os gotejadores utilizados no experimento. A partir dos dados de vazão foi possível determinar a uniformidade de emissão dos emissores utilizados em cada tratamento (Eq. 1 e Tabela 2).

$$UE = \frac{\bar{q}_{25}}{\bar{q}} \cdot 100 \quad (1)$$

Sendo:

UE = Uniformidade de emissão (%);

\bar{q}_{25} = Média de 25% das menores vazões ($L h^{-1}$);

\bar{q} = Média de todas as vazões ($L h^{-1}$).

Tabela 2 – Coeficientes de Uniformidade de Emissão (UE) do sistema de irrigação.

Nível de depleção (kPa)	UE (%)
2	97
5	98
10	96
20	96
30	98
40	98

O sistema de irrigação foi automatizado de acordo com metodologia proposta por Gervásio e Melo Júnior (2014), sendo constituído de circuitos eletrônicos, *datalogger*, chave de partida e válvulas solenoides. Como elemento sensor para acionamento do sistema de irrigação foram utilizados

sete lisímetros de pesagem com capacidade de 30 kg, sendo seis para monitoramento do consumo de água de cada tratamento e um para a bordadura. Em função da necessidade de tutoramento das plantas, aquelas monitoradas pelos lisímetros foram tutoradas individualmente, com o intuito de garantir maior precisão na determinação do consumo de água (Figura 5).

Figura 5 – Lisímetros de pesagem utilizados no manejo da irrigação no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.



Todos os lisímetros de pesagem foram calibrados com o auxílio de uma balança de precisão obtendo-se as equações de regressão apresentadas na Tabela 3. Os parâmetros das equações lineares obtidos foram embarcados ao circuito eletrônico por ocasião da configuração do sistema de automação.

Tabela 3 – Equações de regressão relacionando dados de peso (P), expresso em quilogramas e tensão (T) emitida pela célula de carga, expressa em volts.

Tratamento (kPa)	Dados da Calibração	
	Equação	R ²
2	$P = - 3,890 + 6,287 T$	0,99
5	$P = - 3,768 + 6,141 T$	0,99
10	$P = - 3,471 + 6,240 T$	0,99
20	$P = - 3,579 + 6,345 T$	0,99
30	$P = - 3,618 + 6,198 T$	0,99
40	$P = - 3,089 + 6,169 T$	1

3.6 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado a partir de diferentes indicativos do momento de irrigar (tensões). Estes corresponderam a níveis de depleção de água no substrato, os quais foram monitorados durante o experimento através da lisimetria de pesagem. Os níveis de depleção de água no substrato, representados por variações de armazenamento de água, foram quantificados em função da curva de liberação de água do pó da casca de coco permitindo

estabelecer os seis tratamentos avaliados no experimento: três dentro da região de disponibilidade de água para as plantas (2, 5 e 10 kPa) e três em uma região de restrição hídrica (20, 30 e 40 kPa).

Considerando o peso e a umidade na capacidade de container, determinados experimentalmente, como também, a umidade correspondente a cada tensão (tratamento), foi definido o peso inferior de cada nível de depleção de água no substrato (Eq. 2).

$$\text{Nível } i: P_{\text{INF}_i} = P_{\text{CC}} - (\theta_{\text{CC}} - \theta_i) \cdot V_v \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \quad (2)$$

sendo:

P_{INF_i} = peso inferior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg;

P_{CC} = peso da capacidade de container, kg;

θ_{CC} = umidade volumétrica retida no substrato na capacidade de container, $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$;

θ_i = umidade volumétrica retida no substrato à tensão correspondente ao nível i de depleção, $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$;

V_v = volume do vaso, m^3 ;

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ = densidade da água, kg m^{-3} .

Os pesos inferiores apresentados anteriormente indicaram o momento das irrigações de cada nível de depleção de água, ou seja, quando os lisímetros registraram esses pesos, o sistema de irrigação foi acionado. Considerando a massa específica da água (solução nutritiva) igual a 1000 kg m^{-3} , pôde-se obter a massa de água a ser resposta ao substrato em cada nível de consumo, por evento de irrigação (Eq. 3).

$$m_{a_i} = P_{\text{CC}} - P_{\text{INF}_i} \quad (3)$$

sendo:

m_{a_i} = massa de água a ser repostada ao substrato referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg;

P_{INF_i} = peso inferior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg.

Para evitar o acúmulo de sais no substrato, foi considerado nas irrigações o requerimento de lixiviação (Eq. 4).

$$RL = \frac{CE_a}{2 \cdot \max CE_e} \quad (4)$$

sendo:

RL = requerimento de lixiviação, decimal;

CE_a = condutividade elétrica da solução nutritiva, dS m^{-1} ;

$\max C_{Ee}$ = condutividade elétrica do extrato saturado do solo, para a qual a redução do rendimento do pimentão é de 100%, $dS\ m^{-1}$.

Desta forma, a massa de água a ser aplicada ao vaso em cada nível de depleção, por evento de irrigação, foi definida de acordo com a Equação 5.

$$m_{API} = \frac{m_{ai}}{(1-RL).UE} \quad (5)$$

sendo:

m_{API} = massa de água a ser aplicada ao vaso em cada nível i de depleção de água no substrato, kg;

m_{ai} = massa de água a ser repostada ao substrato referente a cada nível i de depleção de água no substrato, kg;

RL = requerimento de lixiviação real, decimal;

UE = coeficiente de uniformidade de emissão, decimal.

A partir da metodologia apresentada para o manejo da irrigação, foi possível calcular o peso superior do sistema (vaso-substrato-planta), em cada nível de depleção de água, que indicou o momento do desligamento do sistema de irrigação (Eq. 6).

$$P_{SUPi} = P_{INFi} + m_{API} \quad (6)$$

sendo:

P_{SUPi} = peso superior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg;

P_{INFi} = peso inferior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg;

m_{API} = massa de água a ser aplicada ao vaso em cada nível i de depleção de água no substrato, kg.

Os valores dos pesos inferiores e superiores de cada nível de depleção de água foram configurados no sistema de automação, permitindo que as irrigações fossem realizadas automaticamente e de forma independente por meio do monitoramento dos seis lisímetros de pesagem. O *datalogger* armazenava as informações de peso dos seis lisímetros a intervalos de 5 min, sendo assim possível obter o número de irrigações e verificar os momentos de maior consumo de água pelas plantas. Hidrômetros instalados na entrada da rede hidráulica de cada tratamento permitiram a determinação do volume de água aplicado e estimativa da quantidade de nutrientes aplicados.

Com base na metodologia, já apresentada, obtiveram-se as massas de água a serem repostas (requeridas) em cada tratamento e as massas de água a serem aplicadas em cada irrigação (Tabela 4). Estas, por sua vez, foram fixas ao longo do experimento, ou seja, a partir da definição dos tratamentos o volume de água aplicado permaneceu o mesmo durante todo o ciclo, variando apenas a frequência com que as irrigações foram realizadas.

Tabela 4 – Massas de água requerida e aplicada referente a cada nível de depleção em substrato orgânico à base de pó da casca de coco.

Tratamento	Massa de água (kg)	
	Requerida	Aplicada
Nível 1 (02 kPa)	0,34	0,40
Nível 2 (05 kPa)	1,03	1,20
Nível 3 (10 kPa)	1,45	1,72
Nível 4 (20 kPa)	2,32	2,75
Nível 5 (30 kPa)	2,54	2,94
Nível 6 (40 kPa)	2,80	3,26

A diferenciação dos tratamentos ocorreu somente aos 35 dias após o transplântio (DAT), com o objetivo de garantir o estabelecimento da muda, como também, a formação da arquitetura e definição das hastes produtivas. Antes do estabelecimento dos tratamentos, as plantas foram mantidas em condições ótimas de fornecimento de água e nutrientes, sendo a umidade do substrato mantida sempre próxima da capacidade de container. Desta forma, as irrigações ocorriam mediante o consumo mínimo de água pela planta. Esse monitoramento foi possível devido a lisimetria de pesagem permitir o fornecimento de água mediante variações mínimas de umidade no substrato.

Para que todas as plantas partissem de uma mesma condição, no dia da diferenciação foram aplicados quatro litros de solução nutritiva em cada vaso com um regador, de forma a garantir uma melhor distribuição da água dentro do vaso.

Com o desenvolvimento das plantas foi necessária a realização de reajustes de peso, sendo o peso do sistema (vaso-planta-estrutura de tutoramento) alterado ao decorrer do ciclo da cultura. Até 115 dias após o transplântio (DAT) o reajuste ocorreu de forma generalizada para todos os tratamentos, com um incremento de massa ao peso na capacidade de container. Contudo, devido à realização de podas e o fato do crescimento das plantas serem diferenciados, houve a necessidade do reajuste de peso de forma particular para cada tratamento a partir de 138 DAT. Desta forma, foi

verificado em campo o peso na capacidade de container referente a cada nível de depleção (Tabela 5).

Tabela 5 – Reajustes da capacidade de container do sistema (vaso-planta-estrutura de tutoramento) durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo, cultivado no Vale do Submédio São Francisco.

DAT	Capacidade de container (kg)	
Inicial		6,97
35		7,39
51		8,00
55		8,50
65		9,00
75		9,50
115		10,00
	Tratamento (kPa)	
	02	9,20
	05	8,83
138	10	8,76
	20	7,81
	30	8,78
	40	8,03
	Tratamento (kPa)	
	02	8,73
	05	8,66
180	10	8,48
	20	7,59
	30	8,49
	40	8,04

A verificação em campo do peso na capacidade de container referente a cada nível de depleção foi realizada de acordo com a seguinte metodologia: foi aplicado, com regador, dois litros de água em cada vaso dos lisímetros, após a ocorrência de uma irrigação. Com os drenos abertos os vasos ficaram em drenagem livre e no momento que cessou a drenagem foi verificado o peso na capacidade de container emitida pelo lisímetro. Como a massa de água requerida para cada tratamento foi fixa durante todo o ciclo da cultura, esta foi descontada do peso da capacidade de container encontrada, obtendo-se assim o peso inferior. Desta forma, foi possível a realização de uma nova programação do sistema.

Para um melhor monitoramento do sistema, foram instalados a dois centímetros do ponto de emissão de água e profundidade de 10 cm, sensores de umidade modelo EC 500 da DECAGON em cada vaso que compôs os lisímetros. Esses sensores forneceram dados de umidade, temperatura e condutividade elétrica, a cada 15 minutos, auxiliando assim na tomada de

decisão com relação ao momento de reajuste de peso, além de permitir o acompanhamento da dinâmica físico-química do substrato.

Diariamente, foi coletada a solução drenada dos lisímetros e aferido o volume, condutividade elétrica e pH para acompanhamento do balanço de sais e verificação da eficiência do requerimento de lixiviação adotado.

3.7 Nutrição das plantas

Foram realizadas fertirrigações contínuas, de acordo com recomendação proposta por Goto e Rossi (1997), para o cultivo de pimentão em ambiente protegido (Tabelas 6 e 7), com modificações.

Tabela 6 – Solução nutritiva utilizada na fertirrigação de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.

Fertilizante	Quantidade para 1.000 L de solução
Nitrato de cálcio	650 g
Nitrato de potássio	500 g
Fosfato monopotássico (MKP)	170 g
Sulfato de magnésio (hepta-hidratado)	250 g
Nitrato de magnésio	50 g
Ferro – EDTA*	1 L
Solução estoque de Micronutrientes	150 mL

*Substituído por Ferro – EDDHA (63 g).

Tabela 7 – Solução estoque de micronutrientes utilizada na fertirrigação de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.

Fertilizante	Quantidade para 1 L de solução estoque
Ácido bórico	16,70 g
Cloreto de manganês	15,00 g
Cloreto de cobre	96 mL
Óxido de molibdênio*	0,33 g
Sulfato de zinco	2,62 g

*Substituído por Molibdato de amônio (0,4 g).

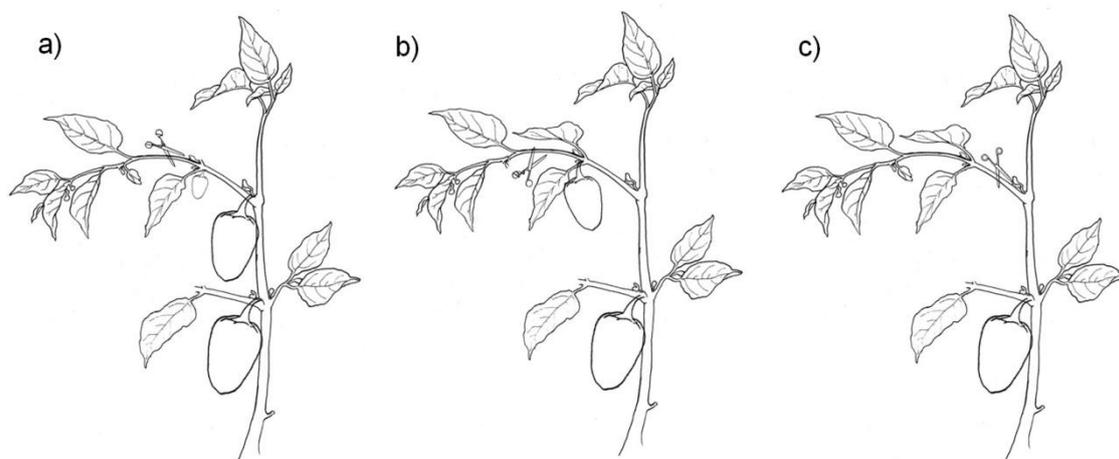
Devido ao surgimento de frutos com sintomas de podridão apical aos 58 DAT, foi realizado um incremento de 150 g de Nitrato de cálcio, com o objetivo de aumentar os teores de cálcio fornecidos para as plantas. Desta forma, para evitar uma dosagem excessiva de nitrogênio foi reduzido 100 g do Nitrato de Potássio da recomendação, realizando assim um novo balanceamento dos nutrientes. Além disso, a partir dessa data, foram realizadas adubações foliares semanais à base de cálcio e boro, nas concentrações de 0,22% e 0,05%, respectivamente.

3.8 Condução das plantas

A cultura do pimentão apresenta como característica a emissão de uma flor à cada bifurcação. Contudo, a flor emitida pelas primeiras bifurcações atuam como drenos, devido a planta ainda não possuir uma boa estrutura vegetativa que possibilite a formação de frutos de qualidade. Desta forma, foi realizada a remoção da flor emitida pela primeira bifurcação, bem como, as duas primeiras flores de cada haste, com o objetivo de obter hastes mais vigorosas e frutos de melhor qualidade.

As plantas foram conduzidas no sistema 1-2-4, mantendo-se quatro hastes mediante podas constantes de acordo com metodologia proposta por Gavilán et al. (2002), com adaptações. As podas foram realizadas seguindo os seguintes critérios: Critério 1 – Fixação do fruto da haste principal e do ramo secundário. Neste caso realizou-se a poda do ramo secundário e remoção do fruto no momento em que este estivesse no início do desenvolvimento, aproveitando a folha emitida junto ao mesmo (Figura 6a); Critério 2 – Aborto do fruto da haste principal e fixação do fruto no primeiro nó do ramo secundário. Este fruto era aproveitado como substituto do fruto não fixado na haste principal e após início do seu desenvolvimento era realizada a poda do ramo secundário, deixando apenas a folha emitida junto ao fruto (Figura 6b); Critério 3 – Aborto do fruto da haste principal e do primeiro nó do ramo secundário. Neste caso era eliminado todo o ramo secundário (Figura 6c).

Figura 6 – Esquema de condução da poda no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco. a) Critério 1; b) Critério 2 e c) Critério 3.



3.9 Controle fitossanitário

No manejo fitossanitário foram utilizadas diferentes técnicas de controle, sendo: controle genético, com o uso do híbrido Eppo, o qual apresenta resistência ao CMV e TSWV; controle cultural, com a eliminação de plantas daninhas hospedeiras de insetos-pragas e fitopatógenos presentes no entorno do ambiente protegido; controle comportamental, por meio da disposição de armadilhas adesivas de coloração amarela dentro do ambiente protegido; controle físico, com a utilização de tela fotoconversora; controle mecânico, no qual se efetuou a remoção de folhas que apresentaram estruturas de fitopatógenos; e por fim, o controle químico mediante a constatação visual do agente, inseto ou patógeno. A Tabela 8 apresenta os produtos aplicados no controle fitossanitário durante todo o ciclo da cultura e seus respectivos alvos.

Tabela 8 – Controle fitossanitário durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.

Período de Aplicação	Ingrediente Ativo	Alvo
09 DAT	Abamectina	Mosca-minadora (<i>Lyriomyza sativae</i>)
14 DAT	Imidacloprido	Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i>)
18 DAT	Azadiractina	Mosca-branca (<i>B. tabaci</i>)
21 DAT	Imidacloprido	Mosca-branca (<i>B. tabaci</i>)
37 DAT	Imidacloprido	Mosca-branca (<i>B. tabaci</i>)
40 DAT	Abamectina	Ácaro (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)
58 DAT	Azadiractina	Mosca-branca (<i>B. tabaci</i>)
70 DAT	Abamectina	M. branca/Ácaro (<i>B. tabaci</i> / <i>P. latus</i>)
72 DAT	Leite Cru	Oídio (<i>Oidiopsis taurica</i>)
79 DAT	Leite Cru	Oídio (<i>O. taurica</i>)
80 DAT	Imidacloprido	Tripes (<i>Frankliniella sp.</i>)
88 DAT	Calda sulfocálcica	Oídio (<i>O. taurica</i>)
96 DAT	Calda sulfocálcica	Oídio (<i>O. taurica</i>)
103 DAT	Piraclostrobina	Oídio (<i>O. taurica</i>)
112 DAT	Imidacloprido	Tripes (<i>Frankliniella sp.</i>)
113 DAT	Abamectina	Ácaro (<i>P. latus</i>)
	Piraclostrobina	Oídio

115 DAT		(<i>O. taurica</i>)
132 DAT	Imidacloprido	Tripes (<i>Frankliniella sp.</i>)
143 DAT	Abamectina	Ácaro (<i>P. latus</i>)
155 DAT	Imidacloprido	Tripes (<i>Frankliniella sp.</i>)

3.10 Monitoramento das variáveis meteorológicas

Foi instalada uma estação meteorológica modelo Vantage Pro2 dentro do ambiente protegido (latitude S 9°19'21", longitude W 40°32'44" e altitude de 348 m) para o monitoramento das variáveis meteorológicas. Esta coletou dados de temperatura média, máxima e mínima; umidade relativa; precipitação, radiação solar e velocidade do vento durante todo o ciclo da cultura, com coletas a cada 15 minutos (Tabela 9).

Tabela 9 – Dados climatológicos monitorados durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.

Semana	Tm	Tmax	Tmin	UR	P	RS	Vv	TDI	TNI
	°C			%	mm	W m ⁻²	m s ⁻¹	%	
1^a (0-6 DAT)	26,02	35,20	18,70	63,01	---	130,28	0,88	15,38	0,00
2^a (7-13 DAT)	26,29	35,40	16,90	58,53	---	211,59	1,37	17,26	2,08
3^a (14-20 DAT)	24,61	31,00	19,20	68,04	---	171,83	2,88	28,57	0,00
4^a (21-27 DAT)	24,20	30,70	18,30	67,60	---	106,92	2,36	27,08	0,00
5^a (28-34 DAT)	24,58	31,40	18,80	65,01	---	78,68	1,81	24,70	0,00
*6^a (35-41 DAT)	25,03	32,80	18,00	63,44	---	85,34	1,35	25,00	0,00
7^a (42-48 DAT)	25,41	34,80	17,10	56,55	---	95,28	1,07	20,54	4,76
8^a (49-55 DAT)	24,61	32,40	16,50	56,71	---	90,15	1,55	19,35	6,85
9^a (56-62 DAT)	23,94	31,40	17,00	64,18	1,40	87,16	1,79	26,19	4,17
10^a (63-69 DAT)	24,51	32,30	15,60	56,21	---	100,29	1,40	19,64	5,06
11^a (70-76 DAT)	25,80	33,70	17,40	53,22	---	103,92	1,21	20,24	3,27
12^a (77-83 DAT)	26,49	37,20	15,60	53,52	---	99,21	1,37	21,43	2,98
13^a (84-90 DAT)	25,11	32,80	19,40	62,10	---	86,87	1,82	26,49	0,00
14^a (91-97 DAT)	25,97	33,20	19,80	58,94	---	155,76	2,21	24,70	0,00
15^a (98-104 DAT)	26,51	33,90	19,00	53,95	---	111,26	1,82	24,11	0,00
16^a (105-111 DAT)	27,19	35,90	18,20	52,30	---	113,69	1,15	17,56	0,00
17^a (112-118 DAT)	28,20	37,20	20,60	53,25	---	102,20	1,04	13,99	0,00

18^a									
(119-125 DAT)	28,14	35,70	20,80	52,99	---	106,79	1,35	16,37	0,00
19^a									
(126-132 DAT)	28,28	36,60	19,60	56,97	2,60	105,34	1,16	11,61	0,00
20^a									
(133-139 DAT)	27,97	36,10	20,70	51,54	---	110,35	1,21	12,80	0,00
21^a									
(140-146 DAT)	28,50	36,00	21,60	52,36	---	111,82	1,01	10,12	0,00
*22^a									
(147-153 DAT)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*23^a									
(154-160 DAT)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*24^a									
(161-167 DAT)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25^a									
(168-174 DAT)	27,84	35,40	22,00	61,69	---	94,58	1,06	13,19	0,00
26^a									
(175-181 DAT)	30,02	39,20	21,60	43,14	---	133,77	0,83	17,56	0,00
27^a									
(182-188 DAT)	30,48	39,40	22,70	45,44	---	150,14	0,68	9,23	0,00
28^a									
(189-195 DAT)	30,48	38,80	23,40	50,89	---	111,54	0,66	1,49	0,00
29^a									
(196-198 DAT)	29,09	36,10	21,80	53,76	---	100,59	0,51	13,54	0,00

Tm: Temperatura média; Tmax: Temperatura máxima; Tmin: Temperatura mínima; UR: Umidade Relativa; P: Precipitação; RS: Radiação Solar Global; Vv: Velocidade do Vento; TDI: Porcentagem em que a Temperatura diurna permaneceu dentro da faixa considerada ideal para o cultivo (20-25 °C); TNI: Porcentagem em que a Temperatura noturna permaneceu dentro da faixa considerada ideal para o cultivo (16-18 °C).

*Dados não coletados.

3.11 Variáveis analisadas

3.11.1 Produção total por planta

Os frutos foram devidamente pesados em balança semi-analítica (0,01 g) de forma individualizada, obtendo-se assim, o peso respectivo de cada fruto e a partir do somatório destes, pôde-se obter a produção total por planta.

3.11.2 Produtividade total e comercial

Levando-se em consideração o espaçamento em fileira dupla utilizado para disposição dos vasos no ambiente protegido, pôde-se obter a produtividade total e comercial em tonelada por hectare. Para estimativa da produtividade comercial desconsiderou-se os frutos que apresentaram defeitos graves de acordo com as normas de classificação de frutos de pimentão (SÃO PAULO, 2009).

3.11.3 Número de frutos por planta

Foi contabilizado o número de frutos colhidos por planta. Estes por sua vez foram identificados de acordo com o tratamento e respectivo nó de origem da planta.

3.11.4 Classificação dos frutos

Os frutos foram classificados conforme o padrão comercial (Quadro 1) em classe e subclasse, de acordo com o comprimento e diâmetro do fruto, respectivamente; e em categorias, as quais representam a qualidade dos frutos de acordo com limites de tolerância a defeitos, podendo ser Extra, Categoria I, II e III (São Paulo, 2009).

Quadro 1 – Classificação de frutos de pimentão amarelo de acordo com a classe, subclasse e defeitos.

CLASSE E SUBCLASSE		
 <p>Classe 4 - 4,0 até < 6 cm Subclasse 4 - 4 até < 6 cm</p>	 <p>Classe 6 - 6,1 até < 8 cm Subclasse 4 - 4 até < 6 cm</p>	 <p>Classe 8 - 8,1 até < 10 cm Subclasse 6 - 6 até < 8 cm</p>
 <p>Classe 10 - 10,1 até < 12 cm Subclasse 6 - 6 até < 8 cm</p>	 <p>Classe 12 - 12,1 até < 15 cm Subclasse 8 - 8 até < 10 cm</p>	 <p>Classe 15 - 15,1 até < 18 cm Subclasse 10 - 10 até < 12 cm</p>
DEFEITOS		
 <p>Leve - Dano cicatrizado Ferida ou lesão cicatrizada de origem diversa</p>	 <p>Leve - Deformado Desvio acentuado na forma característica da cultivar</p>	 <p>Grave - Murcho Fruto sem turgescência, enrugado ou sem brilho</p>

3.11.5 Eficiência no uso da água

A Eficiência no Uso da Água (EUA) foi obtida a partir do quociente entre a produção total e o volume de água aplicado, sendo expressa em quilograma por metro cúbico.

3.11.6 Comprimento e diâmetro médio dos frutos

O comprimento e diâmetro dos frutos foram obtidos com o auxílio de uma régua fixa em uma bancada, onde os frutos eram dispostos.

3.11.7 Relação comprimento/diâmetro do fruto

A relação comprimento/diâmetro foi obtida a partir da divisão entre o comprimento e diâmetro médio dos frutos de cada planta componente da parcela. Essa medida é utilizada como um indicativo do formato do fruto, sendo quanto mais próximo de um mais quadrado o fruto.

3.11.8 Espessura da polpa

A espessura da polpa foi obtida com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm). Foi realizado um corte transversal na região que compreende o terço médio superior do fruto, local onde foi aferida a espessura da polpa em duas regiões, na de maior e menor espessura, obtendo-se assim uma média mais representativa.

3.11.9 Sólidos solúveis

O teor de Sólidos Solúveis (SS) foi obtido a partir do macerado em almofariz de 5 g da polpa do fruto. A partir do suco obtido, foi quantificado o teor de sólidos solúveis (°Brix) em um refratômetro analógico modelo RT - 30ATC.

3.11.10 Vitamina C

Para a determinação da vitamina C, acidez titulável (AT) e carotenoides totais, foram utilizadas amostras compostas de frutos provenientes da parcela experimental. As amostras foram divididas conforme o período de colheita, já que pode haver mudanças quanto a qualidade à medida que a planta atinge um desenvolvimento mais avançado.

Desta forma, foram reunidos frutos provenientes de colheitas próximas e de acordo com os nós da planta dos quais foram retirados, ou seja, foram analisadas três amostras compostas de cada tratamento, sendo estas

constituídas por frutos pertencentes às colheitas realizadas entre os períodos de 87 a 117 (4º ao 11º nó), 123 a 154 (12º ao 18º nó) e 163 a 196 DAT (19º ao 25º nó). Portanto, totalizou-se em três períodos de colheita. O processamento das amostras foi realizado em ambiente protegido da luz e, posteriormente, efetuadas as análises.

A vitamina C foi determinada por titulometria pelo método de Tillman. Foram pesados 5 g do suco, o qual foi transferido para um becker de 500 mL com adição de 100 mL de ácido oxálico a 0,5%, obtendo-se assim o extrato. Tomou-se uma alíquota de 5 mL do extrato e em erlenmeyer de 125 mL contendo 50 mL de água destilada, procedeu-se a titulação com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol indofenol 0,02%) em bureta de 10 mL até atingir o ponto de viragem, característico de coloração róseo claro (STROHECKER e HENNING, 1967). A análise foi realizada em duplicata.

3.11.11 Acidez titulável

A acidez titulável (AT) foi determinada por titulometria com hidróxido de sódio 0,01 M, utilizando-se a fenolftaleína como indicador do ponto de viragem. Para tanto, foi pesado 1 g do suco, o qual foi transferido para erlenmeyer de 250 mL, contendo 150 mL de água destilada; adicionaram-se três gotas de fenolftaleína e procedeu-se a titulação em bureta de 10 mL com solução de NaOH até atingir o ponto de viragem correspondente ao pH de 8,2 (IAL, 2008). A análise foi realizada em duplicata e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

3.11.12 Carotenoides totais

Os carotenoides totais foram determinados por espectrofotometria conforme metodologia proposta por Rodriguez-Amaya et al. (2001), com adaptações. A extração do pigmento foi realizada em acetona, a partir da maceração de 2 g da polpa. Foram então realizadas três macerações com 15 mL de acetona e duração de 5 min cada, momento ao qual foi constatada a perda completa da coloração da amostra. O filtrado proveniente da maceração foi transferido para funil de separação, juntamente com 20 mL de Éter de Petróleo. Procedeu-se então três lavagens com água destilada para a eliminação total da acetona.

O extrato final foi transferido para balão de 25 mL e completou-se o volume com Éter de Petróleo. Em seguida, foi realizada a evaporação de uma

alíquota de 1,5 mL da amostra em balão de 5 mL com o auxílio de nitrogênio gasoso. Após este procedimento completou-se o volume do balão com acetona e procedeu-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 442 nm, comprimento de onda para determinação da violaxantina, carotenoide predominante em pimentão amarelo (AZEVEDO-MELEIRO e RODRIGUEZ-AMAIA, 2009). Os resultados foram expressos em μg do carotenoide por g de massa fresca da polpa.

3.12 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias (Bartlett) e normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk), com o objetivo de verificar as pressuposições da análise de variância. Foi realizada a análise de variância, para identificar a existência de diferença estatística entre os tratamentos e efetuada análise de regressão polinomial ao nível de 5% de significância.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do pacote ExpDes.pt (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013) a partir do programa estatístico R versão 3.2.2 (R CORE TEAM, 2015).

4.0 REFERÊNCIAS

ABCSEM - Associação brasileira do comércio de sementes e mudas. **Segundo levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**, 2014. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf>. Acesso em: 26 abril 2017.

ALBUQUERQUE, F. S. Crescimento e rendimento de pimentão fertirrigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 686-694, 2011.

ANA – Agência Nacional de águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil informe 2016**. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe-conjuntura-2016.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2017.

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

ARAGÃO, V. F. et al. Produção e eficiência no uso de água do pimentão submetido a diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 3, p. 207-216, 2012.

ARAQUAM, W. W. C. **Condições microclimáticas em ambientes cobertos com tela de sombreamento cultivados com pimentão no Vale do Submédio do São Francisco**. 2013. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro, 2013.

AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Qualitative and quantitative differences in the carotenoid composition of yellow and red peppers determined by HPLC-DAD-MS. **Journal of separation science**, v.32, p. 3652-3658, 2009.

BANDEIRA, G. R. L. et al. Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 237-241, 2011.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London Series A 160**, p. 268-282, 1937.

BLAT, S.F.; BRAZ, L.T.; ARRUDA, A.S. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 350-354, 2007.

BRANDÃO FILHO, J. U. T. et al. Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 474-477, 2003.

BRANT, R.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 fotoconversoras. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p.1401-1407, 2009.

CAMPECHE, L. F. M. S. et al. Lisímetro de pesagem de grande porte. Parte I: Desenvolvimento e calibração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 519-525, 2011.

CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Crescimento e produção de pepino em função da enxertia. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 213-216, 1998.

CARRIJO, O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 05-09, 2004.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, J. A. et al. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 569-574, 2011.

CASTOLDI, R. et al. Performance of cucumber hybrids cultivated in coconut fiber and soil. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 86-90, 2014.

CEASA – **Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco**, 2012. Disponível em: <http://www.ceasape.org.br/calendario_pdf/PRINCIPAIS_MUNICIPIOS_FORNECEDORES_2012.pdf>. Acesso em: 27 abril 2017.

CHAGAS, J.H.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; COSTA, A.G.; JESUS, H.C.R.; ALVES, P.B. Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.2, p.297-303, 2013.

CHARLO, H. C. O. et al. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 155-159, 2009.

CHARLO, H.C.O. et al. Accumulation of nutrients in sweet peppers cultivated in coconut fiber. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.1, p. 125-131, 2012.

COÊLHO, J. L. S. et al. Diferentes substratos na produção de mudas de pimentão. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 01-04, 2013.

COSTA, F. C. et al. Produtividade, compatibilidade e fenologia de pimentão enxertado sobre diferentes porta enxertos em cultivo orgânico. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 441-448, 2014.

FAOSTAT – **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso 25 abril 2017.

FARIA, E. C. D.; CARRIJO, O. A. Formas de aplicação de cálcio na cultura do melão rendilhado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 213-216, 2004.

FERNANDES, C; CORÁ, J. E; BRAZ, L. T. Desempenho de substratos no cultivo do tomateiro do grupo cereja. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 42-46, 2006.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge (Portuguese)**. R package version 1.1.2, 2013.

FONTES, P. C. R. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 486p, 2005.

GAMA, A. S. et al. Caracterização do modelo de cultivo protegido em Manaus com ênfase na produção de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 121-125, 2008.

GAVILÁN, M.U.; CASTILLO, J.E.; SALAS, M.C. **Cultivo de pimiento: técnicas culturales y calidad**. Horticultura, 2002. Disponível em: <<http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/67517-Cultivo-de-pimiento-tecnicas-culturales-y-calidad.html>>. Acesso em: 20 agosto 2016.

GERVÁSIO, E. S.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Utilização da técnica de lisimetria de pesagem na automação de um sistema de irrigação localizada para uso no manejo da irrigação de cultivos em recipientes. **Irriga**, v. 19, n. 4, p. 626-640, 2014.

GOTO, R.; ROSSI, F. **Cultivo de pimentão em estufa**. Viçosa: CPT, 1997. 66p.

GRANDE, L. et al. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 241-244, 2003.

HALFELD-VIEIRA, B. A. et al. **Aspectos agronômicos de híbridos de pimentão em cultivo protegido em Roraima**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 01. EMBRAPA Roraima, 2005. 15 p.

HENRIQUE, P.C.; ALVES, J.D.; DEUNER, S.; GOULART, P.F.P.; LIVRAMENTO, D.E. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.5, p.458-465, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed digital. São Paulo, 2008. 579p.

LOPES, M. C.; GOTO, R. Produção do híbrido Momotaro de tomateiro, em função da enxertia e do estágio das mudas no plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 553-557, 2003.

LÚCIO, A. D. et al. Estimativa de parâmetros para o planejamento de experimentos com a cultura do pimentão em área restrita. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 766-770, 2004.

LUDWIG, F. et al. Absorção de nutrientes em cultivares de gérbera cultivada em vaso. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 622-627, 2013.

LUDWIG, F. et al. Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gérbera de vaso. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 184-189, 2014.

MADEIRA, N. R. et al. Compatibilidade de porta-enxertos para pimentão em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 470-474, 2016.

MARQUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; ZOLNIER, S. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e implicações no manejo da irrigação em cultivo sem solo com substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 57-60, 2005.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura do pimentão**, Circular Técnica 101. EMBRAPA, 2012.

MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. **Produção e Comercialização de Coco no Brasil Frente ao Comércio Internacional: Panorama 2014**. Documentos 184. EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2014, 53p.

MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 513-519, 2004.

MELO, A. S. et al. Produção e qualidade do pimentão amarelo sob níveis de potássio em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 17-21, 2009.

MELO, D. M. et al. Produção e qualidade de melão rendilhado sob diferentes substratos em cultivo protegido. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 58-66, 2012.

MINER, J. A. **Sustratos: propiedades y caracterización**. Barcelona: Mundi-Prensa, 172p, 1994.

NASCIMENTO, A. H. C. et al. Desempenho de um lisímetro de pesagem hidráulica com diferentes sistemas de leitura. **Irriga**, edição especial, Irrigação, p. 232-245, 2016.

OLIVEIRA, C. D. et al. Resistência de pimentas a nematóides de galha e compatibilidade enxerto/porta-enxerto entre híbridos de pimentão e pimentas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 4, p. 520-526, 2009.

PALANGANA, F. C. et al. Ação conjunta de citocinina, giberelina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 751-755, 2012.

PERES, J. G. et al. Utilização de lisímetros de pesagem para a determinação dos coeficientes de cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) para cultivo em estufa agrícola na região de Araras-SP. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 3, p. 475-487, 2013.

PIMENTA, S. et al. Adaptability and stability of pepper hybrids under conventional and organic production systems. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 168-174, 2016.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, 2015. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso 15 fevereiro 2017.

ROCHA, R. C. et al. Características de crescimento de híbridos de tomateiro em ambiente protegido e a campo aberto na região do Submédio São Francisco. **Revista Sodebras**, v. 10, n. 112, p. 130-134, 2015.

ROCHA, R. C. et al. Produtividade de híbridos de tomateiro em ambiente protegido e a campo aberto. **Revista Sodebras**, v. 9, n. 106, p. 49-51, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. United States of America, 2001. 41p.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 2, p. 133-141, 2013.

ROSA, J. Q. S. **Cultivo de pimentão sob telas fotosseletivas**. 2012. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SÁ, T. S. et al. Caracterização físico-hídrica e química de substratos à base de fibra de coco. In: Inovagri international meeting, 3., 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: Inovagri, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri.2015-a020>>. Acesso em: 05 Jun. 2017.

SAKATA: **Catálogo 2016/2017**. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/catalogo/catalogo.html#page/1>>. Acesso em: 01 novembro 2016.

SALATA, A.C. et al. Enxertia e sua influencia na produção de pepino e reprodução de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 590-594, 2012.

SANTOS, P. R. et al. Combining ability and agronomic performance of sweet pepper in greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 26-32, 2017a.

SANTOS, P.R. et al. Desempenho de linhagens e híbridos de pimentão em dois sistemas de poda no cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 129-134, 2017b.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. Programa brasileiro para a modernização da horticultura – **Norma de classificação do pimentão**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/pimentao/pimentao.html>>. Acesso em: 26 julho 2016.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SCIVITTARO, W. B. et al. Caracterização de híbridos de pimentão em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 147-150, 1999.

SILVA, M. A. A.; ESCOBEDO, J. F.; GALVANI, E. Influência da cultura do pimentão (*Capsicum annuum*) nos elementos ambientais em ambiente protegido. **Irriga**, v. 7, n. 3, p. 230-240, 2002.

SOARES, L. A. A. et al. Taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 210–217, 2011.

SOUZA, A. P. et al. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 15-22, 2011.

STROHECKER, R., HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas**: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

SYNGENTA: **Manual Hortícola**. Disponível em: <<http://www.manualhorticola.com.ar/index.php/pimiento-semillas-men/lamuyoam-epo#características-principal-es>>. Acesso em: 01 novembro 2016.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 918p, 2013.

TEIXEIRA, A.H.C. Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009. **Documentos – Embrapa Semiárido**. Petrolina, PE, ed 1, Dezembro, 2010.

TIVELLI, S.W. **Sistemas de cultivo na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) vermelho em ambiente protegido**. 1999. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, campus Botucatu, 1999.

VARGAS, P. F. et al. Desempenho de cultivares de melão rendilhado em função do sistema de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2 p. 197-201, 2008.

VILELA, M. S. et al. Acurácia de um mini-lisímetro de pesagem eletrônica de baixo custo. **Irriga**, edição especial, IRRIGA & INOVAGRI, p. 158-167, 2015.

5.0 PRODUTIVIDADE DE PIMENTÃO AMARELO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE DEPLEÇÃO DE ÁGUA NO SUBSTRATO

RESUMO

Objetivou-se avaliar a produtividade de pimentão amarelo (*Capsicum annuum* L.), cultivado em vaso e em ambiente protegido sob diferentes níveis de depleção de água no substrato a base de pó da casca de coco. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco e o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e seis blocos. Os tratamentos foram compostos por seis níveis de depleção de água no substrato (2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa). O cultivo foi realizado em vasos contendo pó de coco e em ambiente protegido (9°19'21" S, 40°32'44" W), sendo as mudas transplantadas em 01/06/2016. As plantas foram conduzidas no sistema 1-2-4, tutoradas em espaldeira vertical. As variáveis analisadas foram número de frutos por planta, produção total por planta (kg planta^{-1}), produtividade total e comercial (t ha^{-1}), massa média do fruto (g) e eficiência no uso da água (kg m^{-3}). Os frutos foram classificados de acordo com o padrão comercial. Para o número de frutos por planta, produção total, produtividade total e comercial e eficiência no uso da água foram ajustadas regressões polinomiais lineares decrescentes, sendo a tensão de 2 kPa, a que proporcionou os melhores resultados. A massa média dos frutos não foi influenciada pelos tratamentos. As tensões correspondentes à água disponível em substrato à base de pó da casca de coco podem ser utilizadas como indicativo do momento de irrigar no cultivo de pimentão amarelo em vaso, sendo a tensão de 2 kPa a mais indicada.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., déficit hídrico, cultivo em vaso, lisimetria de pesagem, ambiente protegido, tensão.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the yield of yellow pepper (*Capsicum annuum* L.), cultivated in pot and protected environment under different levels of water depletion in the coconut shell powder substrate. The experiment was conducted at the Federal University of the São Francisco Valley and the experimental design was in randomized blocks with six treatments and six blocks. The treatments were composed of six levels of water depletion in the

substrate (2, 5, 10, 20, 30 and 40 kPa). The cultivation was carried out in pots containing coconut powder and in a protected environment (9 ° 19'21 "S, 40 ° 32'44" W), and the seedlings were transplanted on 06/01/2016. The plants were conducted in the 1-2-4 system, tutored in a vertical espalier. The variables analyzed were number of fruits per plant, total production per plant (kg plant^{-1}), total and commercial productivity (t ha^{-1}), mean fruit mass (g) and water use efficiency (kg m^{-3}). The fruits were classified according to the commercial standard. For the number of fruits per plant, total production, total and commercial productivity and water use efficiency, linear regression polynomial regressions were adjusted, being the tension of 2 kPa, which provided the best results. The mean mass of the fruits was not influenced by the treatments. The tensions corresponding to the available water in coconut shell powder substrate can be used as indicative of the moment of irrigation in the cultivation of potted yellow pepper, with a tension of 2 kPa being the most indicated.

Key words: *Capsicum annuum* L., water deficit, potting, weighing lysimeters, protected environment, tension.

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das hortaliças mais difundidas e consumidas no Brasil na forma *in natura*, sendo considerada uma das dez espécies de maior importância econômica no mercado de hortaliças (BLAT; BRAZ; ARRUDA, 2007).

O Vale do Submédio São Francisco apresenta características edafoclimáticas e de logística favoráveis para a exploração comercial de hortaliças, sendo no município de Juazeiro – BA situado o mercado do produtor, 5º maior entreposto comercial de frutas e hortaliças do Brasil. A principal atividade econômica praticada na região é a fruticultura irrigada, sendo extensas áreas cultivadas principalmente com uva e manga, o que caracteriza uma fragilidade agrônômica e econômica. Assim, para diversificar a base de cultivos a cultura do pimentão torna-se uma alternativa importante. Contudo, são escassos os estudos com relação ao cultivo desta hortaliça em ambiente protegido sob o uso racional da água nesta região.

A grande demanda e exigências do mercado consumidor brasileiro refletem diretamente nas tecnologias empregadas nos setores produtivos, dentre elas destaca-se o uso de ambiente protegido e fertirrigação. A produção

de alimentos com maior eficiência no uso da água torna-se preponderante por haver incrementos produtivos aliados ao melhor aproveitamento da água e nutrientes. Nesta perspectiva destacam-se as regiões áridas e semiáridas, onde a ocorrência de chuvas irregulares ao longo do ano faz com que seja fundamental o máximo aproveitamento deste recurso.

Charlo et al. (2009) ao avaliar híbridos de pimentão amarelo CLXP 1463, Eppo e Matador em ambiente protegido e cultivados em substrato de fibra de coco, obtiveram produção com frutos classificados como Extra e produtividades comerciais de 107,61; 102,62 e 95,31 t ha⁻¹, respectivamente. Contudo, a produção de pimentão em vaso é recente, apresentando poucos estudos que forneçam recomendações técnicas adequadas (CHARLO et al., 2012).

No cultivo em vaso, o manejo inadequado da irrigação pode levar as plantas a condições de deficiência hídrica (MAROUELLI et al., 2005). Trabalhos desenvolvidos com pimentão têm mostrado melhores desempenhos da cultura quando a reposição de água encontra-se próxima da evapotranspiração da cultura (ALBUQUERQUE et al., 2011; CARVALHO et al., 2011) ou da capacidade de campo (SANTANA et al., 2004; FRIZZONE, GONGALVES e REZENDE, 2001). Porém, ainda não há publicações com parâmetros técnicos quanto ao manejo da irrigação no cultivo em vaso.

Desta forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de pimentão amarelo, cultivado em vaso sob ambiente protegido, submetido a diferentes níveis de depleção de água no substrato à base de pó da casca de coco, visando identificar o manejo de irrigação que propicie maior eficiência no uso da água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, campus Ciências Agrárias, localizado no município de Petrolina – PE e teve duração de 199 dias, compreendido entre 01/06/2016 e 16/12/2016. O clima da região é classificado de acordo com Koppen como tipo BSw^h, semiárido e muito seco, com temperaturas médias mensais máximas e mínimas de 34,0°C e 22,1°C, respectivamente, e precipitação média anual de 549 mm ano⁻¹ (TEIXEIRA, 2010).

O cultivo foi realizado em ambiente protegido (latitude S 9°19'21", longitude W 40°32'44" e altitude de 348 m), constituído de um telado com as

seguintes dimensões: 16 m de comprimento, 7 m de largura e 2,5 m de pé direito. Como cobertura foi utilizada uma tela termorefletora (Aluminet) e nas laterais, tela fotoconversora vermelha (Chromatinet LENO Red), ambas com 50% de sombreamento.

O sistema de cultivo adotado foi sem solo, utilizando-se substrato orgânico. Foram utilizados vasos de seção circular com capacidade de 11 L, preenchidos com pó da casca de coco, a uma umidade de 4 g g^{-1} , até atingir uma massa de 3 kg. Os vasos foram dispostos em fileiras duplas com espaçamentos de 0,8 m entre fileiras simples; 0,9 m entre fileiras duplas e 0,5 m entre plantas na fileira.

Foram utilizadas mudas enxertadas de pimentão amarelo híbrido Eppo (SYNGENTA SEED) e AF-8253 (SAKATA SEED), sendo enxerto e porta-enxerto, respectivamente. As plantas foram tutoradas em espaldeira vertical e conduzidas no sistema 1-2-4, mantendo-se quatro hastes até o final do ciclo da cultura. A flor emitida pela primeira bifurcação, bem como, as duas primeiras flores emitidas por cada haste, foram retiradas com o objetivo de obter um melhor equilíbrio fonte-dreno e, conseqüentemente, aquisição de frutos de melhor qualidade. Além disso, realizou-se desbrota, eliminando todos os brotos laterais abaixo da primeira bifurcação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e seis blocos, totalizando 36 parcelas experimentais, sendo cada parcela composta por duas plantas. Os tratamentos avaliados foram seis níveis de depleção de água no substrato à base de pó da casca de coco (2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa).

O substrato foi caracterizado quanto aos aspectos físico-hídricos e químicos, determinando-se os seguintes parâmetros: densidade (74 kg m^{-3}), porosidade ($0,88 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), umidade na capacidade de container ($0,51 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), curva de retenção de água do substrato para as tensões de 2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa, correspondendo as umidades 0,48; 0,40; 0,35; 0,26; 0,23 e $0,20 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente. Dentre os parâmetros químicos foi determinada a condutividade elétrica do extrato saturado nas proporções volumétricas 1:1 e 2:1 (água:substrato) de 0,27 (1:1) e $0,18 \text{ dS m}^{-1}$ (2:1), e pH de 6,33 (1:1) e 6,42 (2:1).

O sistema de irrigação foi localizado e automatizado. Foi composto por sete motobombas injetoras de 0,1 cv, correspondentes aos seis níveis de

depleção de água e manutenção da bordadura; hidrômetros para quantificação do volume de água aplicado e um emissor por vaso com vazão nominal de 2 L h⁻¹. O sistema foi avaliado quanto a uniformidade de emissão dos emissores (Eq. 1).

$$UE = \frac{\bar{q}_{25}}{\bar{q}} \cdot 100 \quad (1)$$

Sendo:

UE = Uniformidade de emissão (%);

\bar{q}_{25} = Média de 25% das menores vazões (L h⁻¹);

\bar{q} = Média de todas as vazões (L h⁻¹).

Os coeficientes de uniformidade de emissão foram de 97, 98, 96, 96, 98 e 98% para os tratamentos de 2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa, respectivamente. A automação do sistema foi feita de acordo com metodologia proposta por Gervásio e Melo Júnior (2014). Como elemento sensor para acionamento do sistema de irrigação foram utilizados lisímetros de pesagem com capacidade para 30 kg.

O manejo da irrigação foi realizado a partir de diferentes indicativos do momento de irrigar (tensões). Estes corresponderam a níveis de depleção de água no substrato, representados por variações de armazenamento de água, os quais foram quantificados em função da curva de retenção de água do pó da casca de coco permitindo estabelecer os seis tratamentos avaliados no experimento: três dentro da região de disponibilidade de água para as plantas (2, 5 e 10 kPa) e três na região de restrição hídrica (20, 30 e 40 kPa).

Considerando o peso e a umidade na capacidade de container, determinados experimentalmente, como também, a umidade correspondente a cada tensão, foi definido o peso inferior de cada nível de depleção de água no substrato (Eq. 2).

$$\text{Nível } i : P_{INF_i} = P_{CC} - (\theta_{CC} - \theta_i) \cdot V_v \cdot \rho_{H_2O} \quad (2)$$

sendo:

P_{INF_i} = peso inferior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg;

P_{CC} = peso da capacidade de container, kg;

θ_{CC} = umidade volumétrica retida no substrato na capacidade de container, m³ m⁻³;

θ_i = umidade volumétrica retida no substrato à tensão correspondente ao nível i de depleção, $m^3 m^{-3}$;

V_v = volume do vaso, m^3 ;

ρ_{H_2O} = densidade da água, $kg m^{-3}$.

Os pesos inferiores apresentados anteriormente indicaram o momento das irrigações de cada nível de depleção de água, ou seja, quando os lisímetros registraram esses pesos, o sistema de irrigação foi acionado. Considerando a massa específica da água (solução nutritiva) igual a $1000 kg m^{-3}$, pôde-se obter a massa de água a ser repostada ao substrato em cada nível de consumo, por evento de irrigação (Eq. 3).

$$m_{a_i} = P_{cc} - P_{INF_i} \quad (3)$$

sendo:

m_{a_i} = massa de água a ser repostada ao substrato referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg ;

P_{INF_i} = peso inferior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg .

Para evitar o acúmulo de sais no substrato, foi considerado nas irrigações o requerimento de lixiviação (Eq. 4).

$$RL = \frac{CE_a}{2 \cdot \max CE_e} \quad (4)$$

sendo:

RL = requerimento de lixiviação, decimal;

CE_a = condutividade elétrica da solução nutritiva, $dS m^{-1}$;

$\max CE_e$ = condutividade elétrica do extrato saturado do solo, para a qual a redução do rendimento do pimentão é de 100%, $dS m^{-1}$.

Desta forma, a massa de água a ser aplicada ao vaso em cada nível de depleção, por evento de irrigação, foi definida de acordo com a Equação 5.

$$m_{API} = \frac{m_{a_i}}{(1 - RL) \cdot UE} \quad (5)$$

sendo:

m_{API} = massa de água a ser aplicada ao vaso em cada nível i de depleção de água no substrato, kg ;

m_{a_i} = massa de água a ser repostada ao substrato referente a cada nível i de depleção de água no substrato, kg ;

RL = requerimento de lixiviação real, decimal;

UE = coeficiente de uniformidade de emissão, decimal.

A partir da metodologia apresentada para o manejo da irrigação, foi possível calcular o peso superior do sistema (vaso-substrato-planta), em cada nível de depleção de água, que indicou o momento do desligamento do sistema de irrigação (Eq. 6).

$$P_{\text{SUP}_i} = P_{\text{INF}_i} + m_{\text{API}} \quad (6)$$

sendo:

P_{SUP_i} = peso superior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg;

P_{INF_i} = peso inferior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg;

m_{API} = massa de água a ser aplicada ao vaso em cada nível i de depleção de água no substrato, kg.

Os valores dos pesos inferiores e superiores de cada nível de depleção de água foram configurados no sistema de automação, permitindo que as irrigações fossem realizadas automaticamente e de forma independente por meio do monitoramento dos seis lisímetros de pesagem. O *datalogger* armazenou as informações de peso dos seis lisímetros a intervalos de 5 min, sendo assim possível obter o número de irrigações.

Com base na metodologia, já apresentada, puderam-se obter as massas de água a serem aplicadas em cada irrigação, sendo 0,40; 1,20; 1,72; 2,75; 2,94 e 3,26 kg para as tensões de 2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa, respectivamente. Estas, por sua vez, foram fixas ao longo do experimento.

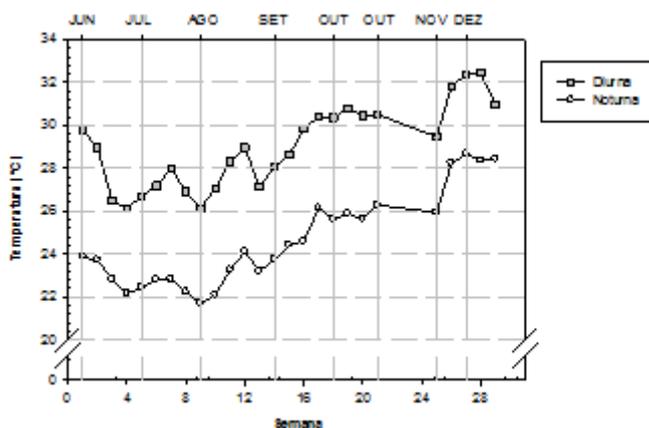
A diferenciação dos tratamentos ocorreu somente aos 35 dias após o transplântio (DAT), com o objetivo de garantir o estabelecimento da muda, como também, a formação da arquitetura e definição das hastes produtivas. Antes do estabelecimento dos tratamentos, as plantas foram mantidas em condições ótimas de fornecimento de água e nutrientes, sendo a umidade do substrato mantida próxima da capacidade de container. Com o desenvolvimento das plantas foi necessária a realização de reajustes de peso do sistema (vaso-planta-estrutura de tutoramento), realizados aos 35, 51, 55, 65, 75, 115, 138 e 180 DAT.

Foram realizadas fertirrigações contínuas, diariamente, de acordo com recomendação de Goto e Rossi (1997), com adaptações. Para o preparo de

1000 L da solução nutritiva foram utilizados nitrato de cálcio (650 g), nitrato de potássio (500 g), fosfato monopotássico - MKP (170 g), sulfato de magnésio (250 g), nitrato de magnésio (50 g), ferro - EDDHA (63 g) e 150 mL de solução estoque de micronutrientes. Para o preparo de um litro desta última solução foram utilizados ácido bórico (16,7 g), cloreto de manganês (15 g), cloreto de cobre (96 mL), molibdato de amônio (0,4 g) e sulfato de zinco (2,62 g). Devido ao surgimento de frutos com podridão apical, aos 58 DAT foi realizado um reajuste da solução nutritiva, com o incremento de 150 g de nitrato de cálcio e redução de 100 g do nitrato de potássio, como também, adubações foliares semanais com cálcio e boro.

No controle fitossanitário foram utilizados: abamectina (*Lyriomyza sativae* e *Polyphagotarsonemus latus*); imidacloprido (*Bemisia tabaci* e *Frankliniella* sp.); azadiractina (*Bemisia tabaci*) e leite cru, calda sulfocálcica e piraclostrobina (*Oidiopsis taurica*). Foi realizado o monitoramento das variáveis meteorológicas dentro do ambiente protegido (Figura 1), sendo a temperatura média e umidade relativa média durante todo o ciclo da cultura de 27,30 °C e 55,12%, respectivamente.

Figura 1 – Temperatura diurna e noturna durante o ciclo de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.



A colheita iniciou-se aos 87 DAT, sendo esta realizada quando os frutos atingiam pelo menos 70% da casca amarela. Ao todo foram realizadas 25 colheitas, durante um período consecutivo de quatro meses.

Todos os frutos das parcelas experimentais foram colhidos e classificados conforme o padrão comercial em classe e subclasse, de acordo com o comprimento e diâmetro do fruto, respectivamente (SÃO PAULO, 2009). As variáveis analisadas foram: produção total por planta (kg planta^{-1}),

(49-55 DAT)	26	8	7	4	4	3	10,4	9,6	12,0	11,0	11,8	9,8
9^a												
(56-62 DAT)	23	8	6	3	3	2	9,2	9,6	10,3	8,3	8,8	6,5
10^a												
(63-69 DAT)	24	9	5	3	3	3	9,6	10,8	8,6	8,3	8,8	9,8
11^a												
(70-76 DAT)	23	9	6	4	4	2	9,2	10,8	10,3	11,0	11,8	6,5
12^a												
(77-83 DAT)	25	9	4	3	4	3	10,0	10,8	6,9	8,3	11,8	9,8
13^a												
(84-90 DAT)	23	8	5	3	3	2	9,2	9,6	8,6	8,3	8,8	6,5
14^a												
(91-97 DAT)	23	8	5	3	4	2	9,2	9,6	8,6	8,3	11,8	6,5
15^a												
(98-104 DAT)	22	8	5	4	3	2	8,8	9,6	8,6	11,0	8,8	6,5
16^a												
(105-111 DAT)	24	7	3	4	4	2	9,6	8,4	5,2	11,0	11,8	6,5
17^a												
(112-118 DAT)	23	8	6	3	3	3	9,2	9,6	10,3	8,3	8,8	9,8
18^a												
(119-125 DAT)	27	9	6	5	4	3	10,8	10,8	10,3	13,8	11,8	9,8
19^a												
(126-132 DAT)	21	8	4	3	3	3	8,4	9,6	6,9	8,3	8,8	9,8
20^a												
(133-139 DAT)	29	9	6	4	3	3	11,6	10,8	10,3	11,0	8,8	9,8
21^a												
(140-146 DAT)	38	9	7	4	4	3	15,2	10,8	12,0	11,0	11,8	9,8
22^a												
(147-153 DAT)	40	11	7	5	3	3	16,0	13,2	12,0	13,8	8,8	9,8
23^a												
(154-160 DAT)	27	10	6	3	4	3	10,8	12,0	10,3	8,3	11,8	9,8
24^a												
(161-167 DAT)	27	8	5	4	3	2	10,8	9,6	8,6	11,0	8,8	6,5
25^a												
(168-174 DAT)	13	7	5	3	4	2	5,2	8,4	8,6	8,3	11,8	6,5
26^a												
(175-181 DAT)	19	8	5	4	3	3	7,6	9,6	8,6	11,0	8,8	9,8
27^a												
(182-188 DAT)	20	7	6	4	3	3	8,0	8,4	10,3	11,0	8,8	9,8
28^a												
(189-195 DAT)	20	6	5	3	4	2	8,0	7,2	8,6	8,3	11,8	6,5
29^a												
(196-198 DAT)	6	2	2	1	0	1	2,4	2,4	3,4	2,8	0,0	3,3
TOTAL	612	256	191	149	142	111	229	234	222	233	234	198

*Definição dos tratamentos.

Pode-se observar que o número de irrigações durante as primeiras semanas permaneceu bem próximo para todos os tratamentos, diferenciando-se entre si devido a um fator biológico, intrínseco a cada planta, porém, isso não influenciou no volume de água aplicado, sendo este em média 8,3 L vaso⁻¹ até a quinta semana de cultivo. A partir da sexta semana foram diferenciados os tratamentos, modificando assim o suprimento hídrico. Como pode-se observar, os tratamentos de menor tensão passaram a irrigar com maior frequência, sendo para o tratamento de 2 kPa em torno de 3 irrigações por dia e a medida que aumentou a tensão diminuiu o número de irrigações por

semana, sendo no tratamento de maior estresse (40 kPa) as irrigações realizadas a cada 3 dias, aproximadamente.

Este regime hídrico permaneceu até a décima nona semana, tendo-se observado entre a vigésima e vigésima segunda semana um aumento significativo no número de irrigações, principalmente no tratamento de menor tensão. Isso pode ser justificado pelo fato de neste período terem sido registradas umidade relativa do ar baixa e elevadas temperaturas, sendo 51,54% e 28,50 °C, respectivamente. Desta forma, devido a maior demanda da atmosfera, atrelado ao fato de as plantas não encontrarem-se sob restrição hídrica, aumentou a evapotranspiração e, conseqüentemente, as irrigações passaram a ser mais frequentes. Chen et al. (2013) verificaram evapotranspiração mais baixa em tomate a medida que o déficit hídrico aumentou.

O aumento de 139% no número de irrigações total do tratamento de 2 kPa em relação a 5 kPa, pode ser justificado devido o volume de água aplicado a cada irrigação ser de 66,67% menor neste tratamento do que na tensão de 5 kPa. Isso se deve ao fato de que em substratos orgânicos, diferentemente do solo, quando submetidos a baixas tensões, boa parte da água retida é retirada facilmente.

O volume final de água aplicado durante todo o ciclo de cultivo não é afetado na mesma proporção em função de que a medida que se aumenta o nível de depleção de água no substrato (tensões) também aumenta-se o volume de água a ser aplicado em cada irrigação, bem como, estas passam a ser menos frequentes, havendo assim uma ponderação no volume de água aplicado.

A partir da quantificação do volume de água aplicado pôde-se obter a estimativa da quantidade de nutrientes também aplicados em cada tratamento pela fertirrigação (Tabela 2).

À medida que se aplica um estresse hídrico na planta acaba por também reduzir a quantidade de nutrientes fornecido a mesma. Contudo, no presente trabalho, devido o volume de água aplicado ter sido próximo entre os tratamentos não foi detectado sintomas de deficiência nutricional pelas plantas, exceto para o cálcio, com o surgimento de frutos com podridão apical em todos os tratamentos.

Tabela 2 – Nutrientes aplicados durante o ciclo da cultura do pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.

Nutrientes (g planta ⁻¹)	Tratamento (kPa)					
	2	5	10	20	30	40
Nitrogênio	31,175	31,307	29,449	30,964	30,887	25,739
Fósforo	15,020	15,096	14,205	14,926	14,878	12,412
Potássio	41,888	42,224	39,785	41,707	41,472	34,722
Cálcio	28,767	28,668	27,178	28,163	28,194	23,221
Magnésio	4,992	5,017	4,721	4,961	4,945	4,125
Enxofre	5,308	5,335	5,020	5,275	5,258	4,386
Boro	0,080	0,079	0,076	0,078	0,078	0,064
Cobre	0,009	0,009	0,008	0,009	0,009	0,007
Cloro	0,152	0,153	0,144	0,151	0,151	0,126
Ferro	0,668	0,671	0,632	0,664	0,662	0,552
Manganês	0,110	0,110	0,104	0,109	0,109	0,091
Molibdênio	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004
Zinco	0,014	0,014	0,013	0,014	0,014	0,012

A ocorrência de deficiência de cálcio é justificada na literatura por diversos fatores, os quais podem ocorrer de forma isolada ou simultaneamente. Dentre eles pode citar: baixa umidade relativa do ar e fornecimento de amônio (KREIJ, 1996), elevadas taxas de transpiração da planta (TAYLOR e LOCASCIO, 2004), tamanho e crescimento acelerado do fruto (MARCELIS e HO, 1999) e estresse hídrico e salino (FRANCO et al., 1999).

Apesar de o estresse hídrico ser um dos fatores que contribui para a ocorrência de podridão apical, no presente trabalho foi detectado uma diferença de 3,64% na porcentagem de frutos que apresentaram podridão apical entre os tratamentos de menor (2 kPa) e maior (40 kPa) estresse. Já com relação a salinidade, esta pode ter contribuído com a deficiência de cálcio durante o ciclo da cultura, já que foram detectados valores elevados na condutividade elétrica (CE) da solução drenada nos lisímetros, sendo a CE máxima aferida de 12,28; 17,7; 13,59; 10,54; 15,42 e 13,43 dS m⁻¹ para 2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa, respectivamente, no período compreendido entre 170 e 178 DAT.

A salinização do substrato foi devida ao pó de coco apresentar naturalmente uma elevada CTC atrelado à realização de fertirrigação contínua. Assim, a concentração de sais pode ter aumentado o potencial osmótico e consequentemente, diminuição da absorção de cálcio. Desta forma, no sistema de cultivo em vaso contendo pó de coco deve-se ter um maior controle da solução nutritiva a ser aplicada, devido aos riscos de salinizar o substrato.

Considerando as condições de cultivo, caracterizadas por elevadas temperaturas (27,30 °C) e radiação solar (114,36 W m⁻²) e baixa umidade

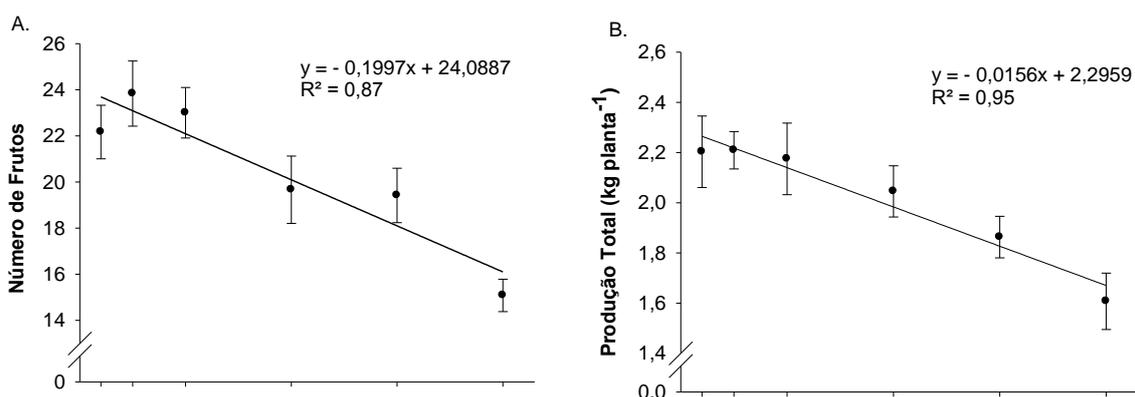
relativa do ar (55,12%), a elevada taxa de transpiração das plantas, pode ter tornado as folhas um dreno preferencial para o cálcio, restringindo assim o fornecimento para o fruto. Os primeiros frutos com sintomas de deficiência de cálcio surgiram aos 50 DAT, período em que as plantas já apresentavam uma altura média de 0,95 m. Assim, o desenvolvimento acelerado da planta, como também do fruto, resultou no aumento da demanda por cálcio nos tecidos em formação do fruto e, conseqüentemente, no surgimento de podridão apical.

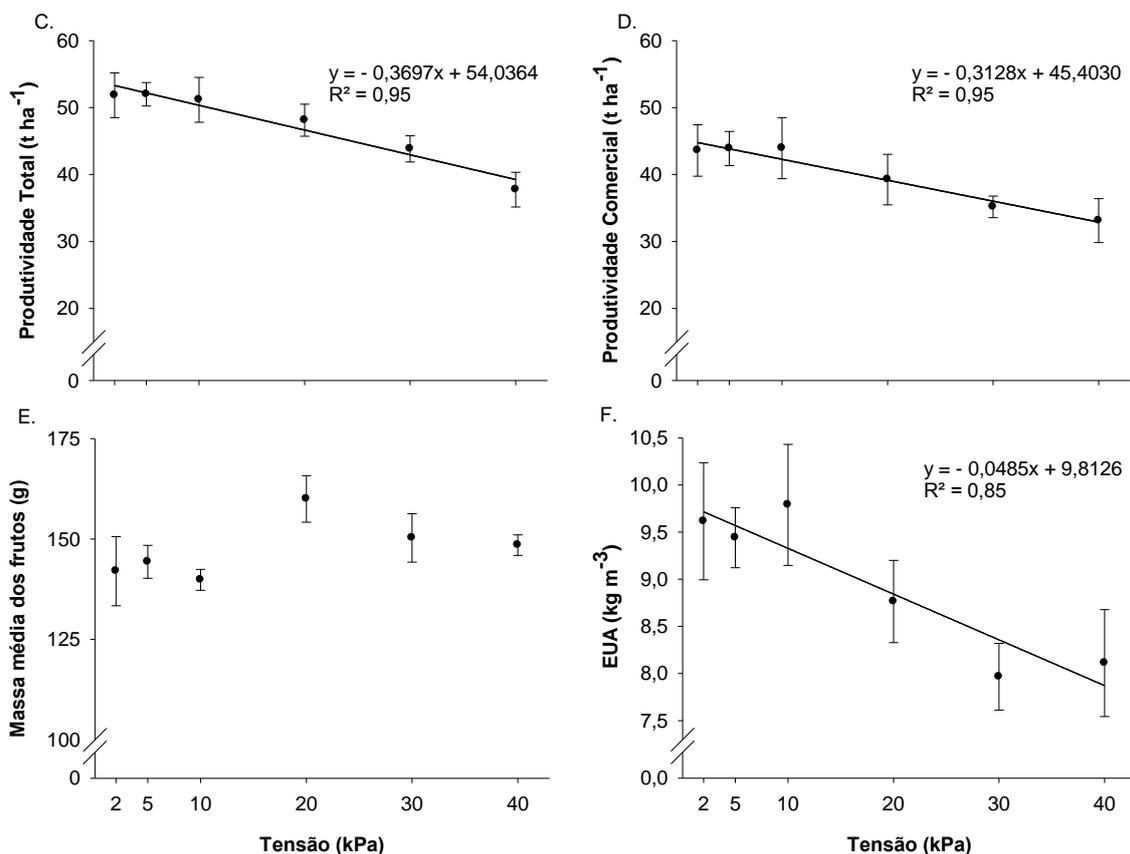
Segundo Marcelis e Ho (1999) no cultivo de pimentão, mediante o fornecimento adequado de cálcio, para evitar a ocorrência de podridão apical deve-se evitar o crescimento acelerado do fruto com o uso de telas de sombreamento durante o verão e realizar colheitas frequentes como uma forma de equilibrar a oferta e demanda do nutriente.

Apesar do volume de água aplicado ter sido similar entre os tratamentos, de acordo com a análise de variância, houve efeito dos níveis de depleção sobre todas as variáveis analisadas, exceto para a massa média dos frutos. Para o número de frutos por planta, produção total, produtividade total e comercial e eficiência no uso da água foram ajustadas regressões polinomiais lineares decrescentes (Figura 2).

O número de frutos por planta diminuiu significativamente, à medida que aumentou a tensão de água no substrato (Figura 2A). De acordo com Sezen, Iazar e Eker (2006) o estresse hídrico em pimentão pode causar queda de frutos e aborto de flores, justificando assim a redução do número de frutos por planta mediante déficit hídrico.

Figura 2 – Número de frutos (A), Produção total (B), Produtividade total (C), Produtividade comercial (D), Massa média dos frutos (E) e Eficiência no uso da água (F) em função das tensões de água no substrato à base de pó de coco no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.





Resultado semelhante foi encontrado por Santana et al. (2004) ao avaliar tensões de água no solo (10, 30, 50 e 60 kPa) no cultivo de pimentão em vaso, obtendo-se número de frutos maior quando a irrigação foi realizada com menor tensão de água no solo apresentando também efeito linear decrescente. O aumento do número de frutos é o fator mais importante para o aumento do rendimento na cultura do pimentão e quando o déficit hídrico do solo na zona radicular aumenta há perda da turgidez e redução do crescimento do fruto (SEZEN et al., 2011).

Em condições de campo, Sezen et al. (2011) observaram que irrigações mais frequentes (intervalo de 3 a 6 dias) resultaram em número de frutos significativamente maior do que as plantas que sofreram déficit hídrico, com maior intervalo entre irrigações. Foi possível neste intervalo de irrigação a obtenção de resultados satisfatórios devido nas condições de campo a cultura dispor de um volume maior de solo para exploração pelo sistema radicular, diferentemente do cultivo em vaso.

Ao avaliar diferentes frequências de irrigação (cinco, quatro, três, duas e uma vez por dia e irrigação em dias alternados) no cultivo em vaso, contendo substrato de fibra de coco, e em ambiente protegido, Pires et al. (2009)

observaram que irrigações mais frequentes favoreceram o desenvolvimento vegetativo e produtivo do tomateiro fertirrigado.

Em pimentão, como também em outras culturas, a fotossíntese durante o estresse hídrico é inibida pelo fechamento estomático, o qual limita a difusão de CO₂ para o cloroplasto (CAMPOS et al., 2014), o que acarreta em menor desempenho da cultura. Em muitas plantas, reduções no suprimento hídrico inibem o crescimento do caule e a expansão foliar, mas estimulam o alongamento das raízes (TAIZ e ZEIGER, 2013).

A produção total também aumentou com a aplicação das menores tensões de água no substrato (Figura 2B). Em trabalho desenvolvido por Lima et al. (2012) em ambiente protegido, verificou-se o aumento da produção de frutos por planta mediante o aumento da lâmina de água aplicada, obtendo produção máxima de 1,71 kg planta⁻¹ para pimentão Konan R e 1,27 kg planta⁻¹ para Magali R, sendo para este último ajustado modelo polinomial linear decrescente. Pode-se observar que no presente trabalho foram obtidas produções superiores, o que pode ser justificado pelo sistema de cultivo adotado, manejo da irrigação, tratos culturais, bem como às diferentes cultivares trabalhadas.

Entretanto, a produção total para todos os tratamentos avaliados poderia ter sido maior caso as plantas não tivessem sofrido deficiência de cálcio. De acordo com Olle e Williams (2016), a podridão apical faz com que o fruto amadureça prematuramente e o torna impróprio para o consumo. Desta forma, a podridão apical do fruto fez com que estes não se desenvolvessem de forma adequada, diminuindo assim a massa dos frutos e conseqüentemente a produção total por planta. Assim, no cultivo de pimentão em ambiente protegido devem-se realizar práticas que previnam a ocorrência de podridão apical do fruto devido esta prejudicar significativamente o rendimento da cultura.

Além dos aspectos citados anteriormente, a produção total das plantas foi comprometida devido à diminuição da área fotossintética das plantas decorrente do ataque severo do oídio e da elevada velocidade do vento. O ataque do oídio fez com que ocorresse uma perda significativa de folhas, diminuindo assim o potencial produtivo da planta e a elevada velocidade do vento registrada durante o ciclo de cultivo acarretou no atrito excessivo da planta no sistema de tutoramento, danificando assim as folhas.

A planta de pimentão apresenta melhor desenvolvimento quando a temperatura do ar, durante o dia, encontra-se entre 20 e 25 °C, e a noite entre 16 e 18 °C (TIVELLI, 1999). Considerando essa faixa de temperatura, no presente trabalho somente 18,65 e 1,18% do ciclo total da cultura permaneceu dentro da faixa ideal para temperatura diurna e noturna, respectivamente. O período mais crítico do cultivo ocorreu nas últimas semanas (Figura 1), nas quais foram registradas as máximas temperaturas diurnas e noturnas (39,40 e 23,40 °C), como também menor umidade relativa do ar (43,17%).

Estes fatores também podem ter limitado o desenvolvimento da cultura em termos produtivos, não alcançando dados de produtividade encontrados para o mesmo híbrido quando cultivado em condições semelhantes (cultivo em vaso com fibra de coco e em ambiente protegido), havendo registros produtividade comercial de 102,62 t ha⁻¹ (CHARLO et al., 2009). Desta forma, torna-se importante que nas condições de cultivo do presente trabalho, o transplântio das mudas seja antecipado de forma a evitar que coincida o período de frutificação com temperaturas mais elevadas, comumente registradas na região durante o segundo semestre do ano.

O mesmo desempenho foi observado para a produtividade total e comercial das plantas (Figuras 2C e 2D), sendo um incremento de aproximadamente 14,05 t ha⁻¹ na produtividade total na menor tensão aplicada (2 kPa) em relação ao tratamento de maior nível de depleção de água no substrato (40 kPa), evidenciando assim a importância do suprimento adequado de água no cultivo de pimentão em vaso.

Frizzone, Gonçalves e Rezende (2001), ao avaliar potenciais mátricos de água no solo (-15, -32, -50 e -65 kPa) como indicativos do momento de irrigar no cultivo de pimentão em ambiente protegido, obtiveram produtividade máxima de 37,49 t ha⁻¹ no tratamento de -15 kPa. Sendo indicada para a cultura níveis de irrigação próximos à capacidade de campo.

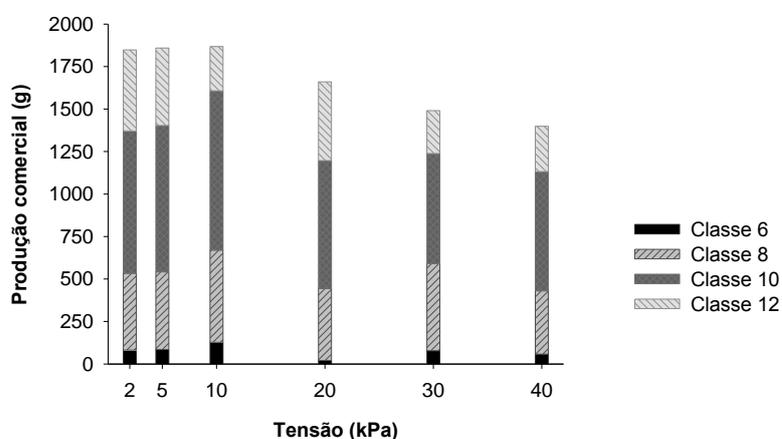
Em relação à produtividade total, a produtividade comercial reduziu em 15,99; 16,00; 16,02; 16,07; 16,13 e 16,19% para as tensões de 2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa, respectivamente. Esta redução foi decorrente do aumento do número de frutos murchos nas últimas colheitas. Isso pode ser justificado pelas elevadas temperaturas e baixas umidades relativas verificadas neste período, depreciando assim a qualidade dos frutos colhidos, bem como, ao fato das plantas encontrarem-se sob estresse salino.

Para a massa média dos frutos não houve diferença estatística a 5% de significância e nenhum modelo de regressão polinomial foi ajustado para esta variável (Figura 2E). Diferentemente dos resultados obtidos, Frizzone, Gonçalves e Rezende (2001) observaram frutos de menor massa à medida que se aumentou o potencial mátrico de água no solo.

A eficiência no uso da água foi ajustada a uma equação polinomial de primeiro grau decrescente, sendo a EUA média máxima de 9,71 seguida por 9,57 e 9,33 kg m⁻³ para os tratamentos de 2, 5 e 10 kPa, respectivamente (Figura 2F). Estes valores encontram-se superiores ao encontrado por Souza et al. (2011) no cultivo de pimentão em plantio direto e convencional, sendo 8,0 e 6,5 kg m⁻³, respectivamente. Isso pode ser justificado pelo sistema de cultivo adotado, bem como devido a lisimetria de pesagem promover a aplicação de água de forma criteriosa.

Para todos os tratamentos avaliados, foram colhidos frutos predominantemente da classe 10 (Figura 3), com comprimento médio de 10,1 a 12 cm. Esta classe foi responsável por 43,99; 45,15; 49,36; 46,10; 42,51 e 53,57% da produção comercial para os tratamentos 2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa, respectivamente. Observou-se que a produção de frutos de comprimento correspondente a esta classe é uma característica predominante do híbrido e os níveis de depleção de água no substrato não interferiram na expressão do potencial genético do mesmo com relação ao comprimento do fruto.

Figura 3 – Classificação de pimentão amarelo cultivado em vaso em função das tensões de água no substrato à base de pó da casca de coco no Vale do Submédio São Francisco.



A porcentagem em termos de massa de frutos na classe 12, tida como frutos de maior comprimento (12,1 a 15 cm), foi maior no tratamento de 2 kPa

(28,04%), o que demonstra que plantas sem restrição hídrica apresentam potenciais de produção de frutos comercialmente superiores do que plantas submetidas a déficit hídrico. No presente trabalho não foram obtidos frutos nas demais classes de pimentão.

CONCLUSÕES

1. Irrigações mais frequentes acarretam em melhores desempenhos produtivos de pimentão amarelo.
2. Para o cultivo de pimentão amarelo em vaso contendo substrato orgânico e em ambiente protegido pode ser utilizado como indicativo do momento de irrigar, dentro do intervalo estudado, as tensões de 2, 5 e 10 kPa, correspondentes a água disponível, e a tensão de 2 kPa confere maior eficiência no uso da água.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM - Associação brasileira do comércio de sementes e mudas. **Segundo levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**, 2014. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf>. Acesso em: 26 abril 2017.
- ALBUQUERQUE, F. S. Crescimento e rendimento de pimentão fertirrigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 686-694, 2011.
- BLAT, S.F.; BRAZ, L.T.; ARRUDA, A.S. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 350-354, 2007.
- CAMPOS, H. et al. Stomatal and non-stomatal limitations of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants under water stress and re-watering: Delayed restoration of photosynthesis during recovery. **Environmental and Experimental Botany**, v. 98, p.56-64, 2014.
- CARVALHO, J. A. et al. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 569-574, 2011.
- CHARLO, H.C.O. et al. Accumulation of nutrients in sweet peppers cultivated in coconut fiber. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.1, p. 125-131, 2012.
- CHARLO, H. C. O. et al. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 155-159, 2009.
- CHEN, J. et al. Quantitative response of greenhouse tomato yield and quality to water deficit at different growth stages. **Agricultural Water Management**, v. 129, p.152-162, 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge (Portuguese)**. R package version 1.1.2, 2013.

FRANCO, J. A. et al. Effect of two irrigation rates on yield, incidence of blossom-end rot, mineral content and free amino acid levels in tomato cultivated under drip irrigation using saline water. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 74, n. 4, p. 430-435, 1999.

FRIZZONE, J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R. Produtividade do pimentão amarelo, *Capsicum annuum* L., cultivado em ambiente protegido, em função do potencial mátrico de água no solo. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1111-1116, 2001.

GERVÁSIO, E. S.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Utilização da técnica de lisimetria de pesagem na automação de um sistema de irrigação localizada para uso no manejo da irrigação de cultivos em recipientes. **Irriga**, v. 19, n. 4, p. 626-640, 2014.

KREIJ, C. Interactive effects of air humidity, calcium and phosphate on blossom-end rot, leaf deformation, production and nutrient contents of tomato. **Journal of plant nutrition**, v. 19, n. 2, p. 361-377, 1996.

LIMA, E. M. C. et al. Produção de pimentão cultivado em ambiente protegido e submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, p. 40-56, 2012.

MARCELIS, L. F. M.; HO, L. C. Blossom-end rot in relation to growth rate and calcium content in fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Experimental Botany**, v. 50, n. 332, p. 357-363, 1999.

MARQUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; ZOLNIER, S. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e implicações no manejo da irrigação em cultivo sem solo com substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 57-60, 2005.

MINER, J. A. **Sustratos: propiedades y caracterización**. Barcelona: Mundi-Prensa, 172p, 1994.

OLLE, M.; WILLIAMS, I.H. Physiological disorders in tomato and some methods to avoid them. **The journal of horticultural science and biotechnology**, 2016.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, 2015. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso 15 fevereiro 2017.

SAKATA: **Catálogo 2016/2017**. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/catalogo/catalogo.html#page/1>>. Acesso em: 01 novembro 2016.

SANTANA, M. J. et al. Produção do pimentão (*Capsicum annuum*) irrigado sob diferentes tensões de água no solo e doses de cálcio. **Ciência agrotecnica**, v. 28, n. 6, p. 1385-1391, 2004.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. Programa brasileiro para a modernização da horticultura – **Norma de**

classificação do pimentão. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/pimentao/pimentao.html>>. Acesso em: 26 julho 2016.

SEZEN, S. M. et al. Yield and quality response of drip-irrigated pepper under Mediterranean climatic conditions to various water regimes. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 8, p. 1329-1339, 2011.

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

SOUZA, A. P. et al. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 15-22, 2011.

SYNGENTA: **Manual Hortícola.** Disponível em: <<http://www.manualhorticola.com.ar/index.php/pimiento-semillas-men/lamuyoam-eppo#características-principales>>. Acesso em: 01 novembro 2016.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 918p, 2013.

TAYLOR, M.D.; LOCASCIO, S. J. Blossom-End Rot: A Calcium Deficiency. **Journal of plant nutrition**, v. 27, n. 1, p. 123-139, 2004.

TIVELLI, S.W. **Sistemas de cultivo na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) vermelho em ambiente protegido**. 1999. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, campus Botucatu, 1999.

6.0 EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE DEPLEÇÃO DE ÁGUA NO SUBSTRATO E PERÍODOS DE COLHEITA NA QUALIDADE DE PIMENTÃO AMARELO

RESUMO

A qualidade de hortaliças pode ser modificada mediante adoção de diferentes manejos de irrigação e entre sucessivas colheitas. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade de pimentão amarelo (*Capsicum annuum* L.) submetido a diferentes níveis de depleção de água no substrato e colhido em períodos distintos ao longo do ciclo de cultivo. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo de parcelas subdivididas no tempo, com seis repetições. Foram avaliados seis níveis de depleção de água no substrato (2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa) e três períodos de colheita (87 a 117, 123 a 154 e 163 a 196 DAT). O cultivo foi realizado em vasos contendo pó da casca de coco e em ambiente protegido, sendo as mudas transplantadas em 01/06/2016. As plantas foram conduzidas no sistema 1-2-4 e tutoradas em espaldeira vertical. As variáveis analisadas foram massa média do fruto (g), espessura da polpa (mm), comprimento médio do fruto (cm), diâmetro médio do fruto (cm), relação comprimento/diâmetro, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% ac. cítrico), relação SS/AT, vitamina C (mg 100 g⁻¹) e carotenoides totais (µg g⁻¹). Não houve interação entre os fatores estudados. Foram ajustadas regressões polinomiais lineares decrescentes para a massa média dos frutos e espessura da polpa. Houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de significância para todas as variáveis entre os períodos de colheita. Irrigações mais frequentes acarretam em maior massa dos frutos, espessura da polpa, comprimento e diâmetro de pimentões amarelos. Frutos colhidos nas primeiras colheitas apresentam melhores parâmetros físicos, entretanto, os teores de sólidos solúveis e vitamina C são maiores nos frutos colhidos após os 123 DAT.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., híbrido Eppo, déficit hídrico, alimentos funcionais.

ABSTRACT

The quality of vegetables can be modified by adopting different irrigation management and successive harvests. The objective of this study was to evaluate the quality of yellow pepper (*Capsicum annuum* L.) submitted to different levels of water depletion in the substrate and harvested at different periods throughout the growing cycle. The experiment was conducted at the Federal University of the São Francisco Valley. The experimental design was in randomized blocks, in arrangement of split plot in time, with six replications. Six levels of water depletion in the substrate (2, 5, 10, 20, 30 and 40 kPa) and three harvest periods (87 to 117, 123 to 154 and 163 to 196 DAT) were evaluated. The cultivation was carried out in pots containing powder of the coconut shell and in protected environment, being the seedlings transplanted on 06/01/2016. The plants were conducted in the 1-2-4 system and tutored on vertical trellis. The variables analyzed were mean fruit mass (g), pulp thickness (mm), mean fruit length (cm), average fruit diameter (cm), length/diameter ratio, soluble solids (°Brix), titratable acidity (% citric acid), SS/AT ratio, vitamin C (mg 100 g⁻¹) and total carotenoids (µg g⁻¹). There was no interaction between the factors studied. Decreasing linear polynomial regressions were adjusted for mean fruit mass and pulp thickness. There was a significant difference by the Tukey test at 5% probability for all variables between the harvest periods. More frequent irrigations result in higher fruit mass, pulp thickness, length and diameter of yellow bell peppers. Fruits harvested in the first harvests have better physical parameters, however, soluble solids and vitamin C contents are higher in fruits harvested after 123 DAT.

Key words: *Capsicum annuum* L., hybrid Eppo, water deficit, functional foods.

INTRODUÇÃO

O pimentão é uma hortaliça comercializada o ano inteiro devido apresentar boa versatilidade de uso na culinária. Assim, produtores tem buscado sempre a obtenção de ganhos em produtividade e diminuição de custos de produção, já que este é um mercado cada vez mais competitivo (PALANGANA et al., 2012).

Pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de verificar manejos da irrigação que promovam maior economia de água sem afetar a produtividade

da cultura do pimentão, buscando assim a máxima eficiência no uso da água (ALBUQUERQUE et al., 2011; CARVALHO et al., 2011; SANTANA et al., 2004; FRIZZONE, GONGALVES e REZENDE, 2001; CARVALHO et al., 2016), bem como, o uso racional de nutrientes mediante a fertirrigação. Contudo, pouco se sabe como estes manejos podem interferir na qualidade dos frutos.

Os pimentões doces tornaram-se popular devido apresentarem atributos sensoriais como cor, pungência e aroma, bem como, pela abundância e tipos de antioxidantes que contêm (DEEPA et al., 2007). Estes compostos bioativos são responsáveis por tornar seus produtos importantes como alimentos funcionais ou na utilização como ingredientes alimentares (PARADIKOVIC et al., 2011). A elevada ingestão de produtos vegetais está relacionada com a redução no risco de várias doenças crônicas como aterosclerose e câncer. Isso se deve a presença de compostos antioxidantes como vitamina C e E, carotenoides e compostos fenólicos nestes alimentos (SILVA et al., 2010).

Além da composição nutricional, aspectos relacionados a aparência do fruto como comprimento, diâmetro, formato e ausência de defeitos são primordiais para a boa aceitabilidade pelo consumidor. O sabor também é fundamental para um consumo continuado do produto. Com relação ao sabor, o teor de sólidos solúveis é uma das principais características dos frutos, devido encontrar-se os açúcares e os ácidos, sendo comumente utilizado como um indicador da sua qualidade (SHIRAHIGE et al., 2010).

A cultura do pimentão apresenta colheitas escalonadas, sendo comum a obtenção de produções maiores nas primeiras colheitas e diminuição da produção conforme se aproxima do final do ciclo de cultivo. Fontes, Dias e Silva (2005) obtiveram para o híbrido Elisa, cultivado em estufa, nove colheitas ao longo do ciclo, sendo 29,4% da produção total concentrada na primeira colheita aos 105 dias após o transplantio.

Da mesma forma que a produção diminui ao longo do ciclo, as propriedades inerentes aos frutos também podem ser modificadas, já que a distribuição de fotoassimilados muda de acordo com o número de frutos na planta, bem como as condições de cultivo ao longo do ciclo podem ser modificadas mediante a ação de fatores ambientais, o que pode interferir na qualidade do fruto a ser colhido. De acordo com Carvalho et al. (2016), a planta de pimentão é mais suscetível ao déficit hídrico durante a fase reprodutiva, podendo assim este estresse afetar diretamente a qualidade dos frutos.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de pimentão amarelo submetido a diferentes níveis de depleção de água no substrato e colhido em períodos distintos ao longo do ciclo de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, campus Ciências Agrárias (latitude S 9°19'21", longitude W 40°32'44" e altitude de 348 m). O clima da região é classificado de acordo com Köppen como tipo BSw^h, semiárido e muito seco. O cultivo foi realizado em telado (16 x 7 x 2,5 m) revestido por tela termorefletora (Aluminet) na cobertura e fotoconversora vermelha (Chromatinet LENO Red) nas laterais, ambas com 50% de sombreamento.

O sistema de cultivo adotado foi sem solo, utilizando-se substrato orgânico. Foram utilizadas mudas enxertadas de pimentão amarelo híbrido Eppo (SYNGENTA SEED) e AF-8253 (SAKATA SEED), sendo enxerto e porta-enxerto, respectivamente. O híbrido Eppo destaca-se pelo seu alto rendimento e produz frutos firmes, uniformes, de parede espessa e pele lisa. As mudas foram transplantadas no dia 01/06/2016 para vasos com capacidade de 11 L, contendo pó da casca de coco, e o ciclo teve uma duração de 199 dias. O substrato apresentava as seguintes características: densidade de 74 kg m⁻³, porosidade de 0,88 m³ m⁻³, umidade na capacidade de container de 0,51 m³ m⁻³, condutividade elétrica do extrato saturado nas proporções volumétricas 1:1 e 2:1 (água:substrato) de 0,27 (1:1) e 0,18 dS m⁻¹ (2:1) e pH de 6,33 (1:1) e 6,42 (2:1), respectivamente.

Os vasos foram preenchidos com o substrato, a uma umidade de 4 g g⁻¹, até atingir uma massa de 3 kg. Esses foram dispostos em fileiras duplas com espaçamentos de 0,8 m entre fileiras simples; 0,9 m entre fileiras duplas e 0,5 m entre plantas na fileira. As plantas foram tutoradas em espaldeira vertical e conduzidas no sistema 1-2-4, mantendo-se quatro hastes até o final do ciclo da cultura. A flor emitida pela primeira bifurcação, bem como, as duas primeiras flores emitidas por cada haste foram retiradas com o objetivo de obter um melhor equilíbrio fonte-dreno e, conseqüentemente, aquisição de frutos de melhor qualidade. Além disso, realizou-se desbrota, eliminando todos os brotos laterais abaixo da primeira bifurcação.

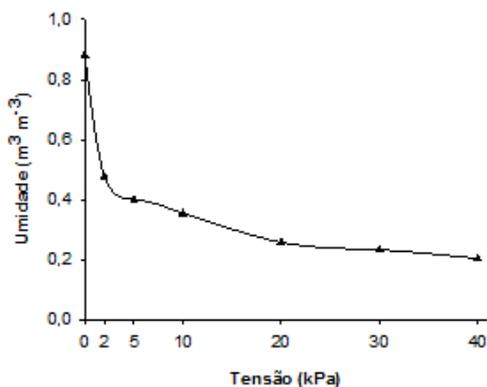
O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo de parcelas subdivididas no tempo, com seis blocos e duas plantas por parcela.

Foram avaliados seis níveis de depleção de água no substrato (2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa) e três períodos de colheita, configurando-se assim as parcelas e subparcelas, respectivamente. Os períodos de colheita foram compreendidos entre 87 a 117, 123 a 154 e 163 a 196 dias após o transplante (DAT); sendo os frutos colhidos provenientes dos nós 4 e 5; 12 ao 17 e 19 ao 20 da planta, respectivamente.

O sistema de irrigação foi localizado e composto por sete motobombas injetoras de 0,1 cv, correspondentes aos seis níveis de depleção de água e manutenção da bordadura; hidrômetros para quantificação do volume de água aplicado e um emissor por vaso com vazão nominal de 2 L h⁻¹. Foi avaliada a uniformidade de emissão dos emissores, apresentando coeficientes de uniformidade de emissão de 97, 98, 96, 96, 98 e 98% para os tratamentos de 2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa, respectivamente. O sistema foi automatizado de acordo com metodologia proposta por Gervásio e Melo Júnior (2014), sendo utilizado como elemento sensor para o acionamento do sistema de irrigação lisímetros de pesagem com capacidade de 30 kg.

O manejo da irrigação foi realizado a partir de diferentes indicativos do momento de irrigar (tensões). Estes corresponderam a níveis de depleção de água no substrato, representados por variações de armazenamento de água, os quais foram quantificados em função da curva de retenção de água do pó da casca de coco (Figura 1), permitindo estabelecer os seis tratamentos avaliados no experimento: três dentro da região de disponibilidade de água para as plantas (2, 5 e 10 kPa) e três em uma região de restrição hídrica (20, 30 e 40 kPa).

Figura 1 – Curva de retenção de água no substrato à base de pó da casca de coco utilizado no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.



Considerando o peso e a umidade na capacidade de container, determinados experimentalmente, como também, a umidade correspondente a cada tensão, foi definido o peso inferior de cada nível de depleção de água no substrato (Eq. 1).

$$\text{Nível } i : P_{\text{INF}_i} = P_{\text{CC}} - (\theta_{\text{CC}} - \theta_i) \cdot V_v \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \quad (1)$$

sendo:

P_{INF_i} = peso inferior do vaso referente ao nível i de depleção de água no substrato, kg;

P_{CC} = peso da capacidade de container, kg;

θ_{CC} = umidade volumétrica retida no substrato na capacidade de container, $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$;

θ_i = umidade volumétrica retida no substrato à tensão correspondente ao nível i de depleção, $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$;

V_v = volume do vaso, m^3 ;

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ = densidade da água, kg m^{-3} .

Os pesos inferiores apresentados anteriormente indicaram o momento das irrigações de cada nível de depleção de água, ou seja, quando os lisímetros registraram esses pesos, o sistema de irrigação foi acionado. Assim, a massa de água a ser reposta foi obtida a partir da subtração entre o peso da capacidade de container e o peso inferior correspondente a cada tratamento. Para evitar o acúmulo de sais no substrato, foi considerado nas irrigações o requerimento de lixiviação, sendo assim as massas a serem aplicadas em cada irrigação de 0,40; 1,20; 1,72; 2,75; 2,94 e 3,26 kg para as tensões 2, 5, 10, 20, 30 e 40 kPa, respectivamente. Estas, por sua vez, foram fixas ao longo do experimento.

A diferenciação dos tratamentos ocorreu somente aos 35 DAT, com o objetivo de garantir o estabelecimento da muda, como também, a formação da arquitetura e definição das hastes produtivas. Antes do estabelecimento dos tratamentos, as plantas foram mantidas em condições ótimas de fornecimento de água e nutrientes, sendo a umidade do substrato mantida próxima da capacidade de container. Com o desenvolvimento das plantas foi necessária a realização de reajustes de peso do sistema (vaso-planta-estrutura de tutoramento), realizados aos 35, 51, 55, 65, 75, 115, 138 e 180 DAT.

Foram realizadas fertirrigações contínuas, diariamente, de acordo com recomendação de Goto e Rossi (1997), com adaptações. Para o preparo de

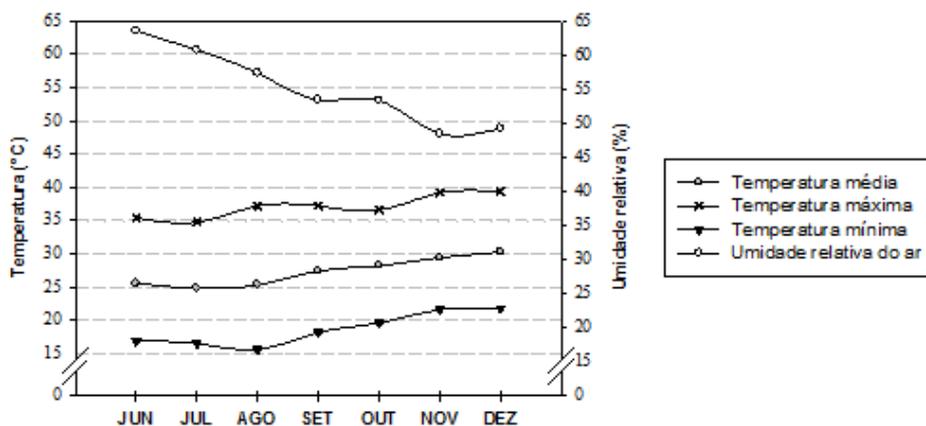
1000 L da solução nutritiva foram utilizados nitrato de cálcio (650 g), nitrato de potássio (500 g), fosfato monopotássico - MKP (170 g), sulfato de magnésio (250 g), nitrato de magnésio (50 g), ferro - EDDHA (63 g) e 150 mL de solução estoque de micronutrientes. Para o preparo de um litro desta última solução foram utilizados ácido bórico (16,7 g), cloreto de manganês (15 g), cloreto de cobre (96 mL), molibdato de amônio (0,4 g) e sulfato de zinco (2,62 g).

Devido ao surgimento de frutos com podridão apical, aos 58 DAT foi realizado um reajuste da solução nutritiva, com o incremento de 150 g de nitrato de cálcio e redução de 100 g do nitrato de potássio, como também, adubações foliares semanais com cálcio e boro.

No controle fitossanitário foram utilizados: abamectina (*Lyriomyza sativae* e *Polyphagotarsonemus latus*); imidacloprido (*Bemisia tabaci* e *Frankliniella sp.*); azadiractina (*Bemisia tabaci*) e leite cru, calda sulfocálcica e piraclostrobina (*Oidiopsis taurica*). A colheita iniciou-se aos 87 DAT, sendo esta realizada quando os frutos atingiam pelo menos 70% da casca amarela. Ao todo foram realizadas 25 colheitas, durante quatro meses consecutivos, sendo estes divididos em três períodos de colheita para a análise da qualidade dos frutos.

Foi realizado o monitoramento das variáveis meteorológicas, a partir de uma estação modelo Vantage Pro2 instalada dentro do ambiente protegido (Figura 2), sendo a temperatura média e umidade relativa média durante todo o ciclo da cultura de 27,30 °C e 55,12%, respectivamente.

Figura 2 – Dados meteorológicos médios monitorados durante o ciclo de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.



As variáveis analisadas foram a massa média do fruto (g), obtida a partir do quociente da massa total dos frutos pelo número de frutos colhidos;

comprimento e diâmetro médio dos frutos (cm); relação comprimento/diâmetro; espessura da polpa, a qual foi aferida em duas regiões, de maior e menor espessura, do terço médio superior do fruto com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm); sólidos solúveis (°Brix), determinado por leitura em refratômetro analógico modelo RT - 30ATC, a partir do macerado de 5 g da polpa do fruto; vitamina C; acidez titulável e carotenoides totais.

Para a determinação da Vitamina C, Acidez Titulável (AT) e Carotenoides totais, foram utilizadas amostras compostas de frutos provenientes da parcela experimental de acordo com cada período de colheita analisado, sendo o processamento dos frutos realizado em ambiente protegido da luz. Para a determinação da vitamina C pesou-se 5 g do suco e adicionou-se 100 mL de ácido oxálico a 0,5% para obtenção do extrato. Procedeu-se então a titulação de uma alíquota de 5 mL do extrato em erlenmeyer, contendo 50 mL de água destilada, com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol indofenol 0,02%) em bureta de 10 mL até atingir o ponto de viragem, característico por coloração róseo claro (STROHECKER e HENNING, 1967). A análise foi realizada em duplicata e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de massa fresca da polpa.

A Acidez Titulável (AT) foi determinada por titulometria com hidróxido de sódio 0,01 M e como indicador do ponto de viragem foi utilizada a fenolftaleína. A titulação foi realizada em erlenmeyer contendo 150 mL de água destilada e 1 g do suco até atingir o ponto de viragem correspondente ao pH de 8,2. A análise foi realizada em duplicata e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico (IAL, 2008).

Os carotenoides totais foram determinados por espectrofotometria conforme metodologia proposta por Rodriguez-Amaya et al. (2001), com adaptações. A extração do pigmento foi realizada em acetona, a partir da maceração de 2 g da polpa. Foram então realizadas três macerações com 15 mL de acetona e duração de 5 min cada. O filtrado proveniente desta foi transferido para funil de separação, juntamente com 20 mL de Éter de Petróleo para a eliminação total da acetona e água da amostra. O extrato final foi transferido para balão de 25 mL e completou-se o volume com Éter de Petróleo. Em seguida, foi realizada a evaporação de uma alíquota de 1,5 mL da amostra em balão de 5 mL e completou-se o volume do balão com acetona para realização das leituras da absorbância em espectrofotômetro a 442 nm,

sendo o comprimento de onda para determinação da violaxantina, carotenoide predominante em pimentão amarelo (AZEVEDO-MELEIRO e RODRIGUEZ-AMAIA, 2009). Os resultados foram expressos em μg do carotenoide por g de massa fresca da polpa.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias (Bartlett) e normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk), visando verificar as pressuposições da análise de variância. Foi realizada a análise de variância, para identificar a existência de diferença estatística entre os tratamentos e sua interação. Foi efetuada análise de regressão polinomial ao para os níveis de depleção de água no substrato e teste de Tukey para os períodos de colheita, ambos ao nível de 5% de significância.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do pacote ExpDes.pt (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013) a partir do programa estatístico R versão 3.2.2 (R CORE TEAM, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância não houve interação entre os fatores estudados (tensões e períodos de colheita) para todas as variáveis observadas, sendo assim, o efeito dos fatores foi analisado de forma independente. A massa média do fruto, espessura da polpa, comprimento médio e diâmetro médio do fruto foram influenciados significativamente pelas tensões aplicadas no substrato (Tabela 1).

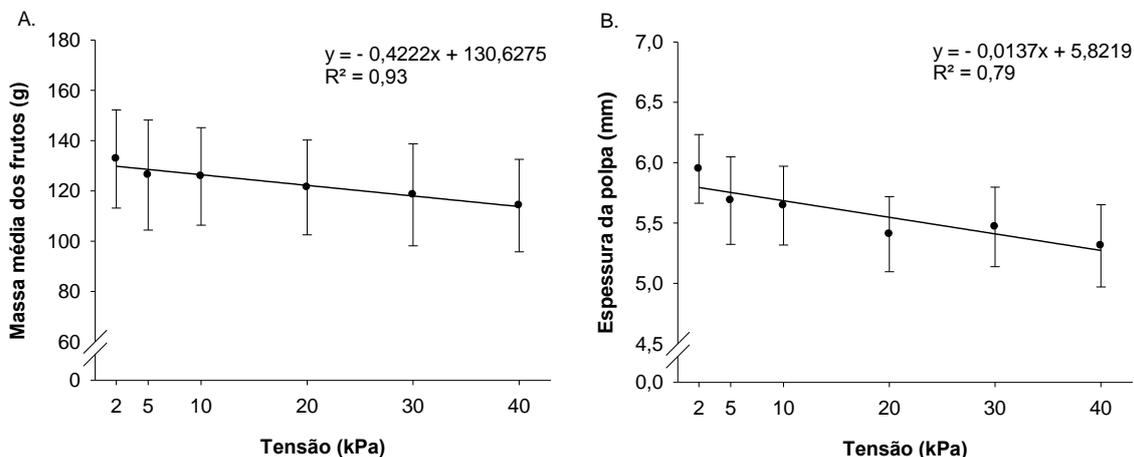
Tabela 1 – Análise de variância para Massa média do fruto (MMF), Espessura da polpa (EP), Comprimento médio (CM), Diâmetro médio (DM) e Relação comprimento/diâmetro (CM/DM).

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	F_c				
		MMF	EP	CM	DM	CM/DM
Tensão (T)	5	2,81 [*]	4,45 ^{**}	3,12 [*]	3,27 [*]	0,86 ^{NS}
Bloco	5	3,69 [*]	0,48 ^{NS}	2,05 ^{NS}	2,51 ^{NS}	1,28 ^{NS}
Erro (a)	25					
Período (P)	2	1151,61 ^{**}	631,49 ^{***}	313,31 ^{***}	859,81 ^{***}	144,4 ^{***}
T x P	10	1,02 ^{NS}	1,76 ^{NS}	1,41 ^{NS}	1,42 ^{NS}	0,33 ^{NS}
Erro (b)	60					

A massa média dos frutos diminuiu conforme o aumento da tensão (Figura 3A). Resultados semelhantes foram encontrados por Sezen, Yazar e Eker (2006), em que a massa média do fruto aumentou mediante irrigações mais frequentes. O déficit hídrico causa reduções no turgor e volume celular, o que afeta diretamente o processo de expansão celular e reduz a

extensibilidade da parede (TAIZ e ZEIGER, 2013), acarretando assim na redução da massa média dos frutos.

Figura 3 – Massa média dos frutos (A) e Espessura da polpa (B) em função das tensões de água no substrato à base de pó da casca de coco no cultivo em vaso de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco.



Frizzone, Gonçalves e Rezende (2001) também observaram frutos de menor massa e espessura da polpa à medida que aumentou o potencial mátrico de água no solo, sendo a maior espessura da polpa encontrada para o híbrido Marengo Hy de 5,3 mm quando irrigado a um potencial mátrico de -15 kPa. O mesmo desempenho foi encontrado para espessura de polpa no presente trabalho, sendo quanto maior a tensão aplicada menor a espessura da polpa (Figura 3B). Porém, para todos os tratamentos avaliados foi encontrada espessura de polpa maior do que os referidos autores. Isso pode ser justificado pelos diferentes híbridos utilizados, já que o Eppo tem como característica apresentar paredes espessas.

Para comprimento e diâmetro médio do fruto foram ajustadas também regressões polinomiais lineares decrescentes, contudo, devido não ter obtido um ajuste satisfatório do modelo, a partir do coeficiente de determinação, estas equações não foram apresentadas. Em tomate industrial o aumento da lâmina de irrigação proporcionou aumento no diâmetro e da massa dos frutos, corroborando com o presente trabalho (KOETZ et al., 2010). E a redução em 50% da lâmina necessária acarretou em aumento dos sólidos solúveis dos frutos.

Os sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e vitamina C não foram influenciados significativamente pelas tensões aplicadas no

substrato (Tabela 2), porém, todas as variáveis analisadas sofreram efeito dos períodos de colheita.

Tabela 2 – Análise de variância para Sólidos solúveis (SS), Acidez titulável (AT), Relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT) e Vitamina C (Vit. C).

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	F _c			
		SS	AT	SS/AT	Vit. C
Tensão (T)	5	0,50 ^{NS}	1,34 ^{NS}	0,98 ^{NS}	2,02 ^{NS}
Bloco	5	2,62 [*]	4,17 ^{**}	2,74 [*]	1,42 ^{NS}
Erro (a)	25				
Período (P)	2	71,27 ^{***}	15,19 ^{***}	34,15 ^{***}	11,98 ^{***}
T x P	10	0,82 ^{NS}	0,90 ^{NS}	1,01 ^{NS}	0,64 ^{NS}
Erro (b)	60				

O primeiro período de colheita (87 a 117 DAT) foi estatisticamente superior aos demais períodos pelo teste de Tukey a 5% de significância para a massa média, espessura da polpa, comprimento médio e diâmetro médio dos frutos (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa média, Espessura da polpa, Comprimento médio, Diâmetro médio e Relação comprimento/diâmetro de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.

Períodos de colheita	Massa média (g)	Espessura (mm)	Comp. Médio (cm)	Diâm. Médio (cm)	Com./Diâm. (cm)
1°	233,36±4,23 a	7,30±0,06 a	11,34±0,12 a	8,75±0,06 a	1,30±0,01 c
2°	87,51±2,53 b	5,24±0,08 b	9,29±0,11 b	6,14±0,08 b	1,52±0,02 b
3°	48,43±2,19 c	4,20±0,08 c	7,95±0,12 c	4,99±0,08 c	1,60±0,02 a
CV (%)	13,99	6,75	6,09	5,94	5,25

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A massa média dos frutos foi 4,81 vezes maior no primeiro período quando comparada ao terceiro período de colheita. Isso se deve ao fato de que o número de frutos foi menor nas primeiras colheitas do que nas colheitas seguintes. Assim, com um número menor de frutos houve uma maior relação fonte/dreno, logo, os frutos apresentaram comprimento médio, diâmetro médio e espessura da polpa maiores, o que acarreta em frutos de maior massa e melhor qualidade. Além disso, ocorreu a salinização do substrato, sendo maior a carga de sais mediante o avanço do ciclo, já que foram realizadas fertirrigações contínuas, assim, a planta sob estresse salino produziu frutos de menor qualidade nos últimos períodos de colheita.

A espessura da polpa interfere na durabilidade pós-colheita dos frutos, sendo que frutos com polpa mais espessa apresentam maior tempo de

prateleira do que frutos com polpa menos espessa (SCIVITTARO, et al., 1999). Desta forma os frutos colhidos durante o primeiro período são mais atrativos para comerciantes e distribuidores, devido poder ser armazenado por um período maior de tempo, o que diminui os riscos de perda do produto.

Os valores médios obtidos para estas variáveis durante o primeiro período de colheita foram semelhantes aos encontrados por Charlo et al. (2009). Com o mesmo híbrido estudado, os autores identificaram massa média (223,75 g), comprimento médio (11,05 cm), espessura (5,97 mm), diâmetro médio (7,54 cm) e relação comprimento/diâmetro dos frutos (1,54).

A relação comprimento/diâmetro representa o formato dos frutos, sendo quanto mais próxima de um mais quadrado. Para esta variável o terceiro período de colheita foi superior aos demais. Entretanto, de acordo com Charlo et al. (2009) frutos de formato quadrado são preferíveis pelo consumidor, sendo assim, os frutos obtidos durante o primeiro período de colheita apresentam maior aceitabilidade no mercado.

Apesar dos parâmetros físicos abordados terem tido melhor desempenho para o primeiro período de colheita, caracterizando-o como o período em que os frutos teriam uma maior aceitabilidade e valor agregado no mercado, atributos qualitativos como sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), Relação SS/AT e vitamina C apresentaram desempenhos diferenciados entre os períodos de colheita (Tabela 4).

O teor de sólidos solúveis aumentou significativamente nos dois últimos períodos quando comparado ao primeiro período de colheita. Acredita-se que quando a planta sofre um estresse, biótico ou abiótico, ocorre a concentração de determinadas substâncias no fruto, sendo os sólidos solúveis uma delas.

Tabela 4 – Sólidos solúveis (SS), Acidez titulável (AT), Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e Vitamina C de pimentão amarelo cultivado em vaso no Vale do Submédio São Francisco.

Períodos de colheita	SS (°Brix)	AT (% ac. cítrico)	SS/AT	Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)
1°	7,70±0,061 b	0,27±0,005 a	29,01±0,545 c	119,68±1,615 b
2°	9,11±0,067 a	0,26±0,005 a	34,89±0,606 b	133,27±1,895 a
3°	9,23±0,151 a	0,23±0,008 b	42,93±2,058 a	137,12±3,879 a
CV (%)	6,94	13,73	20,14	12,22

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em todos os períodos de colheita, o teor de SS foi significativamente maior ao encontrado para o mesmo híbrido (5,85 °Brix) por Charlo et al. (2009). Apesar de o cultivo ter sido realizado em ambiente protegido, este aumento pode ser justificado pelas condições da região em que foi desenvolvido o estudo, temperaturas e radiação solar elevadas, já que os frutos passaram a ter maior concentração de SS nos últimos períodos de colheita, períodos estes caracterizados pelas maiores temperaturas registradas (30,48 °C) e elevada radiação solar (150,14 W m⁻²). Segundo Díaz-Pérez (2014), a concentração de sólidos solúveis em pimentão diminui mediante o aumento do nível de sombra.

Para acidez titulável (AT) os dois primeiros períodos de colheita foram estatisticamente superiores e não diferenciaram entre si. Observa-se que o menor valor de acidez titulável, encontrado no terceiro período, contribuiu para uma maior relação SS/AT, sendo assim a acidez titulável mais atrativa neste período. A relação SS/AT representa o sabor do fruto, fazendo um balanço entre constituintes químicos, principalmente açúcares, e ácidos orgânicos, sendo quanto maior o teor de açúcares e menor de ácidos melhor o sabor do fruto. Desta forma, o terceiro período de colheita foi superior aos demais apresentando a maior relação SS/AT.

O mesmo comportamento observado para os sólidos solúveis também foi encontrado para a vitamina C, sendo os últimos períodos de colheita os que apresentaram os maiores teores, sendo no terceiro período o teor de vitamina C 14,57% maior em relação ao primeiro. Resultados semelhantes foram encontrados em cultivo convencional (120,65 mg 100 g⁻¹) e orgânico (148,85 mg 100 g⁻¹) de pimentão vermelho (PÉREZ-LÓPEZ et al., 2007).

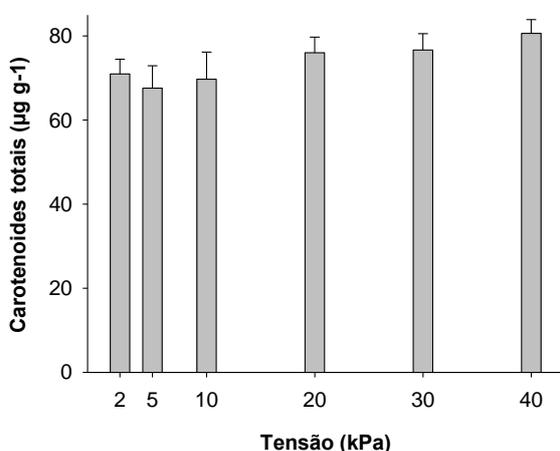
De acordo com a resolução RDC nº 269 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que dispõe sobre os parâmetros para a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitaminas, minerais, proteínas e outros nutrientes, recomenda-se que um adulto consuma uma dose de 45 mg de vitamina C dia⁻¹ (ANVISA, 2005). Considerando os resultados encontrados no presente trabalho para suprir a IDR recomendada para um adulto seria necessário o consumo de 37,60; 33,77 ou 32,82 g de pimentão amarelo por dia respectivamente oriundos do 1º, 2º ou 3º período de colheita.

De acordo com Serrano et al. (2010), componentes como açúcares, ácidos orgânicos, carotenoides e vitamina C aumentam mediante o amadurecimento dos frutos na planta, sendo assim aconselhável colher os

pimentões maduros devido obter o máximo benefício do seu consumo considerando fatores nutritivos e suas propriedades funcionais.

Para o primeiro período de colheita foi analisado os carotenoides totais dos frutos. De acordo com a análise de variância não houve efeito significativo dos diferentes manejos de irrigação adotado, contudo foram observados elevados teores de carotenoides nos frutos (Figura 4), sendo estes superiores aos encontrados em pimentão vermelho (PÉREZ-LÓPEZ et al., 2007) e pimentão amarelo (PARADIKOVIC et al., 2011).

Figura 4 – Carotenoides totais do primeiro período de colheita de pimentão amarelo sob diferentes manejos de irrigação no Vale do Submédio São Francisco.



Ao avaliar concentrações de carotenoides em pimentão amarelo (híbrido Amanda) Azevedo-Meleiro e Rodriguez-Amaya (2009) encontraram carotenoides totais de $40,9 \mu\text{g g}^{-1}$, sendo destes, $30,8 \mu\text{g g}^{-1}$ correspondentes a violaxantina, carotenoide predominante em pimentão amarelo. Considerando os resultados obtidos por estes autores o presente trabalho obteve concentrações maiores de carotenoides totais e analisando a proporção obtida de violaxantina (75,30%) pelos mesmos autores pôde-se obter uma estimativa da concentração de violaxantina presente nos frutos, sendo esta em média de $52,29 \mu\text{g}$ de violaxantina g^{-1} de massa fresca para 2, 5 e 10 kPa.

A concentração de carotenoides em determinados alimentos podem apresentar diferenças devido a fatores como cultivar, maturidade na colheita, clima, região de cultivo, manejo adotado, tratamento pós-colheita, processamento e condições de armazenamento (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Segundo os mesmos autores, frutos das mesmas cultivares quando

produzidos em regiões quentes contêm maiores concentrações de carotenoides do que quando produzidas em climas de temperatura mais amena.

Desta forma, o Vale do Submédio São Francisco torna-se uma região com elevado potencial para a produção de pimentão amarelo, oferecendo ao mercado produtos de elevada qualidade e com melhores propriedades funcionais do que pimentões produzidos em outras regiões. Além disso, a região apresenta uma boa logística para comercialização devido estar situado no município de Juazeiro – BA o mercado do produtor de frutas e hortaliças, o qual comercializa produtos para todo o Brasil, o que favorece o escoamento da produção da região.

CONCLUSÕES

1. Variáveis físicas de frutos mais atrativas aos consumidores, como maiores massa dos frutos, espessura da polpa, comprimento e diâmetro de pimentões amarelos são obtidas mediante irrigações mais frequentes e nos frutos provenientes das primeiras colheitas.
2. Variáveis físico-químicas explicativas do sabor (SS e AT) e do valor funcional de pimentão amarelo (vitamina C) não são influenciadas pelos níveis de depleção de água no substrato e apresentam melhores resultados nos frutos colhidos após os 123 DAT.
3. Pimentão amarelo produzido em ambiente protegido no Vale do Submédio São Francisco apresenta elevado conteúdo de vitamina C e carotenoides, podendo assim ser considerado como um importante alimento funcional.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. S. Crescimento e rendimento de pimentão fertirrigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 686-694, 2011.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC N° 269**, 2005.

AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Qualitative and quantitative differences in the carotenoid composition of yellow and red peppers determined by HPLC-DAD-MS. **Journal of separation science**, v.32, p. 3652-3658, 2009.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London Series A 160**, p. 268-282, 1937.

CARVALHO, J. A. et al. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 569-574, 2011.

CARVALHO, J. A. et al. Pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo. **Engenharia na agricultura**, v. 23, n. 3, p. 236-245, 2016.

CHARLO, H. C. O. et al. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 155-159, 2009.

DEEPA, N. et al. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. **Lwt. Food science and technology**, v. 40, p. 121-129, 2007.

DÍAZ-PÉREZ, J. C. Bell Pepper (*Capsicum annuum*L.) Crop as Affected by Shade Level: Fruit Yield, Quality, and Postharvest Attributes, and Incidence of Phytophthora Blight (caused by *Phytophthora capsici* Leon.). **Science of Food and Agriculture**, v. 49, n. 7, p. 891-900, 2014.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge (Portuguese)**. R package version 1.1.2, 2013.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

FRIZZONE, J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R. Produtividade do pimentão amarelo, *Capsicum annuum* L., cultivado em ambiente protegido, em função do potencial mátrico de água no solo. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1111-1116, 2001.

GERVÁSIO, E. S.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Utilização da técnica de lisimetria de pesagem na automação de um sistema de irrigação localizada para uso no manejo da irrigação de cultivos em recipientes. **Irriga**, v. 19, n. 4, p. 626-640, 2014.

GOTO, R.; ROSSI, F. **Cultivo de pimentão em estufa**. Viçosa: CPT, 1997. 66p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed digital. São Paulo, 2008. 579p.

KOETZ, M. et al. Caracterização agrônômica e °brix em frutos de tomate. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 1, p. 14-22, 2010.

PALANGANA, F. C. et al. Ação conjunta de citocinina, giberelina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 751-755, 2012.

PARADIKOVIC, N. et al. Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: an example of sweet yellow pepper (*Capsicum annuum*L.) plants. **Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 2146-2152, 2011.

PÉREZ-LÓPEZ, A. J. et al. Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. **Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 2075-2080, 2007.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, 2015. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso 15 fevereiro 2017.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. United States of America, 2001. 41p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. et al. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, p. 445-463, 2008.

SAKATA: **Catálogo 2016/2017**. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/catalogo/catalogo.html#page/1>>. Acesso em: 01 novembro 2016.

SANTANA, M. J. et al. Produção do pimentão (*Capsicum annuum*) irrigado sob diferentes tensões de água no solo e doses de cálcio. **Ciência agrotecnica**, v. 28, n. 6, p. 1385-1391, 2004.

SCIVITTARO, W. B. et al. Caracterização de híbridos de pimentão em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 147-150, 1999.

SERRANO, M. et al. Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. **Food Chemistry**, v. 118, p. 497-503, 2010.

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

SHIRAHIGE, F. H. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 292-298, 2010.

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

STROHECKER, R., HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

SYNGENTA: **Manual Hortícola**. Disponível em: <<http://www.manualhorticola.com.ar/index.php/pimiento-semillas-men/lamuyoam-eppo#características-principales>>. Acesso em: 01 novembro 2016.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 918p, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de pimentão amarelo em substrato orgânico e ambiente protegido no Vale do Submédio São Francisco apresenta-se como uma potencialidade na região que deve ainda ser explorada e estudada. Apesar de o presente trabalho ter encontrado resultados em termos de produtividade aceitáveis à luz da literatura, sabe-se que produções bem maiores são obtidas para híbridos de pimentão colorido, bem como, maiores são os períodos de colheita em estufas nas regiões mais produtoras do Brasil que é o estado de São Paulo.

A partir das condições de cultivo adotadas pôde-se observar que a escolha do substrato orgânico aliada ao uso de fertirrigações contínuas acarretou na salinização do substrato. O primeiro fator que contribuiu para este processo é a elevada CTC apresentada pelo pó de coco. Isso fez com que houvesse a concentração de sais ao longo do cultivo. Entretanto, o pó da casca de coco continua sendo um excelente substrato orgânico devido as suas propriedades físico-hídricas, principalmente para aplicação na produção de mudas ou no cultivo de hortaliças de ciclo reduzido. Quando necessário ser utilizado em cultivos mais longos torna-se preponderante o controle rigoroso da solução nutritiva.

O segundo fator que contribuiu para a salinização do substrato foi o uso de fertirrigações contínuas. Apesar da recomendação proposta por Goto e Rossi (1997) para o cultivo de pimentão em ambiente protegido ser consagrada na literatura, as condições nas quais esta recomendação foi realizada são divergentes das condições encontradas no Vale do Submédio São Francisco, sendo assim relevante o desenvolvimento de estudos que avaliem o desempenho da cultura do pimentão nesta região mediante o uso de diferentes doses e soluções nutritivas.

A salinização do substrato, bem como, a elevada transpiração das plantas, decorrente das elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar registradas durante o ciclo de cultivo, fez com que os frutos apresentassem podridão apical. Este distúrbio fisiológico limita o crescimento do fruto fazendo com que apresentem uma menor massa e, conseqüentemente, em quedas na produção. Sendo assim, é de extrema importância no cultivo de pimentão amarelo a adoção de manejos que favoreçam a absorção de cálcio.

Além disso, as plantas sofreram com a alta velocidade do vento, chegando a rajadas médias de $3,76 \text{ m s}^{-1}$, danificando assim as folhas ao baterem no sistema de tutoramento. Esse fato contribuiu para que fosse detectada, em muitas variáveis estudadas, diferença estatística entre os blocos, uma vez que havia blocos que encontravam-se mais expostos ao vento. Justificando-se assim o uso deste delineamento experimental mesmo em ambientes protegidos, bem como, torna-se relevante o uso de quebra vento nas proximidades do ambiente protegido.

Considerando as faixas de temperatura diurna e noturna ideais para o bom desenvolvimento da cultura do pimentão de acordo com Tivelli (1999), apenas 18,65 e 1,18% do ciclo total da cultura permaneceu dentro da faixa ideal para temperatura diurna e noturna, respectivamente. Desta forma, torna-se de extrema importância o ajuste no período de condução da cultura, bem como a realização de estudos que avaliem diferentes tipos de telas para o cultivo de pimentão amarelo no Vale do Submédio São Francisco, que proporcionem a atenuação dos efeitos da temperatura e forneçam luz de ótima qualidade para a promoção dos processos fotossintéticos.

Estas problemáticas durante o ciclo da cultura pode ter acarretado em reduções do desempenho produtivo e obtenção de frutos com padrão comercial reduzido, principalmente a partir do segundo período de colheita (123 a 154 DAT). Entretanto, apesar destas problemáticas, obtiveram-se frutos com elevadas concentrações de vitamina C e carotenoides totais. Assim, pimentões produzidos no Vale do Submédio São Francisco apresentaram melhores propriedades funcionais quando comparado a frutos produzidos em outras regiões, tornando assim um ambiente ideal para o desenvolvimento de estudos que forneçam parâmetros técnicos e científicos para o bom desenvolvimento da cultura.