



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

RUANNA MATOS ALMEIDA SOUZA

**DEMANDA HÍDRICA E ASPECTOS PRODUTIVOS DO PIMENTÃO
SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM CULTIVO PROTEGIDO**

**JUAZEIRO-BA
2021**

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

RUANNA MATOS ALMEIDA SOUZA

**DEMANDA HÍDRICA E ASPECTOS PRODUTIVOS DO PIMENTÃO
SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM CULTIVO PROTEGIDO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. D. Sc. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão.

**JUAZEIRO – BA
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

S729d Souza, Ruanna Matos Almeida Souza
Demanda hídrica e aspectos produtivos do pimentão submetido a diferentes níveis de adubação orgânica e lâminas de irrigação em cultivo protegido / Ruanna Matos Almeida Souza. – Juazeiro – BA, 2021.
xii, 60 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2021.

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

1. Pimentão – Demanda hídrica. 3. Adubação orgânica – Juazeiro (BA). I. Título. II. Leitão, Mário de Miranda Vilas Boas Ramos. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 641.35643

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ruanna Matos Almeida Souza

“DEMANDA HÍDRICA E ASPECTOS PRODUTIVOS DO PIMENTÃO
SUBMETIDO ADIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM CULTIVO PROTEGIDO”

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

Aprovada em: 22 de janeiro de 2021

BANCA EXAMINADORA



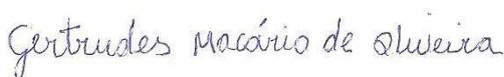
Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão, Prof. DSc.

(CPGEA/UNIVASF)



Clóvis Manoel Carvalho Ramos, Prof. DSc.

(CENAMB/UNIVASF)



Gertrudes Macário de Oliveira, Profa. DSc.
(Universidade do Estado da Bahia - UNEB)

DEDICATÓRIA

A Deus,
A minha avó Faustina (*In memoriam*),
Aos meus pais, dedico.

AGRADECIMENTOS

Bons resultados não são alcançados sozinhos e tamanha é a minha felicidade em poder agradecer:

Primeiramente a Deus, por todas as bênçãos alcançadas. Toda honra e glória a Ele.

Aos meus pais, Glaucia Cristiane Matos Almeida Avelar e Valtonio Rodrigues de Souza, por todo apoio, dedicação e amor genuíno que sempre me ofereceram.

A minha avó Faustina (*In memoriam*), que sempre acreditou em mim e me enxergou melhor do que sou. Minha estrela, a gente sabe que o caminho até aqui não foi fácil, mas sigo com a fé em Deus que sempre me ensinou. Essa conquista é mais sua do que minha, obrigada por todas as orações, conselhos e ensinamentos!

A toda minha família, pela torcida, cuidado e amor.

Ao meu namorado Eloilton, pelos incentivos, amor, companheirismo. Obrigada por vibrar minhas conquistas e por ser calmaria em dias difíceis.

Ao meu orientador, Professor Mário de Miranda, por toda dedicação, ensinamentos e, sobretudo empenho em fazer com que a pesquisa fosse efetuada de forma íntegra e satisfatória.

As minhas amigas: Rosalenin, Fernanda, Patrícia e Nayara por todo apoio e carinho. Vocês tornaram a caminhada mais leve e prazerosa.

Aos técnicos, Manoel, Emersom e Catarino (*in memoriam*) pela prestatividade e empenho prestados.

Ao professor Aliçandro Bezerra, pelo suporte técnico e parceria oferecida desde o período da graduação.

A vanúsia, por toda ajuda e torcida.

A Leonardo, Camila, Ítalo, Hideo, Janiele, Carol e Plassimara por todo apoio dedicado as atividades desempenhadas para implantação e andamento do experimento.

A UNIVASF, pela oportunidade de cursar uma graduação e mestrado tão importantes para o desenvolvimento do meu país.

Ao corpo docente do CPGEA, por todo conhecimento repassado.

A CAPES, pelo financiamento da bolsa de mestrado.

Obrigada!

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

Josué 1:9

SOUZA, R.M.A. **Demanda hídrica e aspectos produtivos do pimentão submetido a diferentes níveis de adubação orgânica e lâminas de irrigação em cultivo protegido.** 2021. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro-BA.

RESUMO

A disponibilidade de água e nutrientes é um fator limitante para o efetivo desempenho das culturas agrícolas. Assim, objetivou-se avaliar os aspectos produtivos e a demanda hídrica do pimentão cultivado em ambiente protegido sob dois níveis de adubação orgânica e diferentes lâminas de irrigação. O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, no período de junho a outubro de 2019. O pimentão, híbrido Itamara, foi cultivado em vasos dispostos dentro de ambiente protegido totalmente coberto e fechado nas laterais com tela Chromatinet cinza, 40% de sombreamento. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos causalizados, parcelas subdivididas, com parcelas representadas por quatro lâminas de irrigação (95, 100, 105 e 110% da ETc) e as subparcelas, por duas proporções de adubação (25% e 40% de esterco de caprino), cinco repetições. O sistema de irrigação usado foi o gotejamento e as lâminas aplicadas foram determinadas, tomando-se como base a evapotranspiração da cultura (ETc) determinada através de dois conjuntos de lisímetros de lençol freático constante, instalados na área central do ambiente. As variáveis analisadas foram: produtividade total média, peso médio do fruto, teor de água do fruto, comprimento e diâmetro médio do fruto, relação comprimento/diâmetro, número total de frutos, demanda hídrica, coeficientes de cultivo e o uso eficiente da água. O monitoramento das variáveis meteorológicas foi realizado por meio de sensores conectados a um datalogger, programado para efetuar mensurações de temperaturas do ar média, máxima e mínima; umidade relativa do ar mínima e máxima; e radiação solar. Os resultados mostraram que em termos de características produtivas, o menor percentual de adubação (A1) proporcionou maior produtividade total e peso médio do fruto, comparado ao maior percentual (A2); maiores valores de diâmetro e comprimento médio do fruto foram observados para a maior lâmina, correspondente a 110% da ETc. A demanda hídrica total da cultura, considerando o percentual de 25% de esterco de caprino foi de 527,3 mm e considerando o de 40%, 395,7 mm. A eficiência do uso da água foi maior para A1, com valor máximo de 3,45 kg m⁻³ para as lâminas de 95% de ETc. Embora a menor incorporação de esterco caprino ao solo tenha apresentado maior consumo hídrico, a mesma revelou-se como uma alternativa satisfatória em relação à produtividade, qualidade dos frutos e eficiência do uso da água para pimentão cultivado em ambiente protegido na região norte da Bahia.

Palavras-chave: Água, Produtividade, Evapotranspiração.

SOUZA, R.M.A. **Water demand and productive aspects of peppers submitted to different levels of organic fertilization and irrigation depths in protected cultivation.** 2021. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro-BA.

ABSTRACT

The availability of water and nutrients is a limiting factor for the effective performance of agricultural crops. Thus, the objective was to evaluate the productive aspects and the water demand of peppers grown in a protected environment under two levels of organic fertilization and different irrigation depths. The study was conducted in the experimental area of the Federal University of Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, from June to October 2019. The pepper, hybrid Itamara, was grown in pots arranged inside a protected environment totally covered and closed in the side with gray Chromatinet screen, 40% shading. The experimental design was used in causalized blocks, subdivided plots, with plots represented by four irrigation depths (95, 100, 105 and 110% of ET_c) and the subplots, by two fertilization proportions (25% and 40% of manure of goats), five repetitions. The drip system used was drip and the applied blades were determined, based on the evapotranspiration of the culture (ET_c) determined through two sets of constant water table lysimeters, installed in the central area of the environment. The variables analyzed were: average total productivity, average fruit weight, fruit water content, average fruit length and diameter, length / diameter ratio, total number of fruits, water demand, cultivation coefficients and the efficient use of water. The monitoring of meteorological variables was carried out by means of sensors connected to a datalogger, programmed to perform measurements of average, maximum and minimum air temperatures; minimum and maximum relative humidity; and solar radiation. The results showed that in terms of productive characteristics, the lowest percentage of fertilization (A1) provided the highest total productivity and average fruit weight, compared to the highest percentage (A2); higher values of diameter and average length of the fruit were observed for the largest blade, corresponding to 110% of the ET_c. The total water demand of the crop, considering the percentage of 25% of goat manure was 527.3 mm and considering the 40%, 395.7 mm. The efficiency of water use was higher for A1, with a maximum value of 3.45 kg m⁻³ for blades of 95% ET_c. Although the lower incorporation of goat manure into the soil has shown greater water consumption, it has proved to be a satisfactory alternative in terms of productivity, fruit quality and water use efficiency for peppers grown in a protected environment in the northern region of Bahia.

Keywords: Water, Productivity, Evapotranspiration.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1: Demanda hídrica e eficiência do uso da água no cultivo protegido de pimentão na região Norte da Bahia27

Tabela 1 - Resumo da Análise de Variância (valores de F) para produtividade (PT) e Eficiência do Uso da Água (EUA) sob cultivo de pimentão, em Juazeiro-BA.....39

Tabela 2 - Volume total de água (m³) aplicado durante o ciclo do pimentão, correspondentes aos percentuais de ETc.....41

Tabela 3 - Valores médios dos coeficientes de cultivo para cada fase fenológica do pimentão42

ARTIGO 2: Aspectos produtivos do pimentão submetido a diferentes níveis de adubação orgânica e lâminas de irrigação45

Tabela 1 - Resumo da análise de variância (valores de F) para peso médio (PM), produtividade total (PT), comprimento médio dos frutos (CM), diâmetro médio (DM) dos frutos, relação comprimento e diâmetro (RCD) e número total de frutos (NF)....53

Tabela 2 – Relação comprimento/diâmetro dos frutos de pimentão, híbrido Itamara, cultivado em ambiente protegido em Juazeiro-BA.....57

Tabela 3 – Valores médios dos percentuais de umidade dos frutos de pimentão.....59

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 - Demanda hídrica e eficiência do uso da água no cultivo protegido de pimentão na região Norte da Bahia..... 27

Figura 1 - Croqui da área experimental mostrando a distribuição do cultivo de pimentão e a localização dos vasos no interior do ambiente protegido..... 31

Figura 2 - Lisímetros de lençol freático constante instalados na área central do ambiente protegido33

Figura 3 - Variação das temperaturas: média (T_m), máxima ($T_{máx}$), mínima ($T_{mín}$) e da umidade relativa do ar (UR_m) sob ambiente protegido, no período de junho a outubro de 201936

Figura 4 - Radiação solar global, evapotranspiração de referência (ET_0) e Evapotranspiração da cultura (ET_c) para os níveis de adubação A1 (A) e A2 (B)... 37

Figura 5 - Produtividade total média do pimentão em função das lâminas de irrigação.....40

Figura 6 - Eficiência do uso da água (EUA) para produção de pimentão cultivado sob condição de diferentes lâminas de irrigação e percentuais de adubação41

ARTIGO 2: Aspectos produtivos do pimentão submetido a diferentes níveis de adubação orgânica e lâminas de irrigação 45

Figura 1 - Distribuição dos vasos e lâminas de irrigação na área experimental..... 49

Figura 2- Lisímetros de lençol freático constante instalado na área central do ambiente protegido.....50

Figura 3 - Colheita (A, B); determinação do peso, diâmetro e comprimento (C); processo de secagem dos frutos (D)52

Figura 4 - Produtividade total média do pimentão em função das lâminas de irrigação54

Figura 5 - Peso médio do pimentão cultivado em ambiente protegido na região Norte da Bahia 54

Figura 6 - Valores médios para diâmetro (A) e comprimento dos frutos(B) em função das lâminas de irrigação para A1 e A2 56

Figura 7 - Classificação do pimentão em relação ao comprimento (A) e diâmetro (B) dos frutos em função de A1 e A2 58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 A CULTURA DO PIMENTÃO E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	14
2.2. CULTIVO EM AMBIENTE PROTEGIDO	15
2.3. MANEJO DA IRRIGAÇÃO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA	17
2.3.1 Evapotranspiração	18
2.3.1 Lisimetria	19
2.4. ADUBAÇÃO ORGÂNICA	20
2.4.1 Cultivo em vasos e adubação orgânica	21
2.5 REFERÊNCIAS	22
3. ARTIGO 1: Demanda hídrica e eficiência do uso da água no cultivo protegido de pimentão na região Norte da Bahia	27
3.1 INTRODUÇÃO	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.3 RESULTADOS E DISCURSSÃO	35
3.4 CONCLUSÃO	43
3.5 REFERÊNCIAS	43
4. ARTIGO 2: Aspectos produtivos do pimentão submetido a diferentes níveis de adubação orgânica e lâminas de irrigação	45
4.1 INTRODUÇÃO	47
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	48
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.4 CONCLUSÃO	59
4.5 REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das espécies hortícolas de maior importância econômica e social para o Brasil, com área cultivada anualmente em torno de 13 mil hectares e uma produção em torno de 290 mil toneladas de frutos (MARQUELLI E SILVA, 2012).

Segundo Oliveira (2012), a grande demanda por pimentão está atrelada ao seu alto valor nutricional, bem como a sua ampla utilização na indústria alimentícia. Esta hortaliça é bastante cultivada em campo aberto, entretanto o crescente uso de ambientes protegidos tem proporcionado o seu cultivo em todas as regiões brasileiras, durante o ano inteiro.

Atualmente, a técnica de produção em ambiente protegido vem sendo bastante difundida, principalmente entre os produtores de hortaliças, visto que proporciona um microclima favorável ao desenvolvimento da cultura, com maior proteção contra intempéries (MORAES et al., 2011), resultando em maior produtividade e qualidade de frutos, e surgindo como uma alternativa eficiente para produção em regiões áridas e semiáridas (CARVALHO et al., 2019).

Embora o uso da técnica de cultivo em ambiente protegido venha sendo bastante difundida entre produtores de hortaliças, ainda são insipientes informações acerca das necessidades hídricas das culturas. Destaca-se que, o conhecimento da necessidade hídrica da cultura contribuiu para o manejo eficiente da irrigação e, conseqüentemente, melhor uso dos recursos hídricos.

Em se tratando da cultura do pimentão, Pivetta et al. (2010) ressaltam a sensibilidade da cultura à deficiência hídrica e, para assegurar a alta produtividade em função do cultivo em ambiente protegido, é determinante buscar alternativas que quantifiquem a evapotranspiração máxima da cultura, a fim de determinar a lâmina de água necessária.

Não só a preocupação com a preservação dos recursos hídricos é tema de discussão nos dias atuais, mas também, a produção de forma mais sustentável e sem resíduos químicos. Nesse contexto, Negretti et al. (2010) explicitam que a produção orgânica se baseia na aplicação da matéria orgânica como forma de melhorar a estrutura física e biológica do solo, promovendo maior assimilação dos

nutrientes e reduzindo assim, a incidência de pragas e doenças, e consequente qualidade dos frutos.

A qualidade dos frutos corresponde a um conjunto de atributos e características que agregam um valor comercial a um determinado alimento. Este conceito, em geral, está relacionado a fatores envolvidos nas fases de pré-colheita e pós-colheita, e abrange desde a aparência visual (frescor, cor, defeitos e deterioração), textura (firmeza, resistência e integridade do tecido), sabor, aroma, até valor nutricional e segurança do alimento.

Para CHITARRA e CHITARRA (1990), os principais fatores de pré-colheita são: pH do solo, plantio, espaçamento, irrigação, controle de plantas daninhas, adubação, fertirrigação, poda, controle fitossanitário e elementos climáticos. A garantia de condições ambientais e de cultivo adequadas podem propiciar frutos dotados de maior visibilidade comercial e reduzir as perdas durante as fases de armazenamento.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de dois níveis de adubação orgânica e quatro lâminas de irrigação no cultivo de pimentão, em ambiente protegido na região norte da Bahia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DO PIMENTÃO E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma espécie originária do continente americano, pertencente à família das Solanaceae, caracterizado pela enorme variedade de formas, tamanhos e colorações (LOPES et al., 2007). Além disso, ele é dotado de valor nutricional, com alto teor de umidade, vitamina C, lipídeos, proteínas, fibra bruta e carboidratos (RINALDI et al., 2008).

A produção do pimentão requer grande exigência nutricional e uma temperatura amena para alcançar o desenvolvimento ideal (FILGUEIRA, 2008). De acordo com Marouelli e Silva (2012), para o pleno crescimento e produção de frutos, a temperatura do ar no ambiente de cultivo não deve ser inferior a 25 °C, uma vez que retardam o desenvolvimento da planta e nem superior a 35 °C, pois provocam maior queda de flores.

Segundo Filgueira (2008), o pimentão é uma cultura de retorno econômico rápido e por isso é largamente explorada por pequenos e médios horticultores. Tal afirmação corrobora com o estudo de Melo e Brito (2017), os quais relatam que a referida cultura é um dos melhores exemplos de agricultura familiar e de integração de pequeno agricultor-agroindústria, caracterizando como uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no Brasil.

De acordo com Silva et al. (2018), o mercado brasileiro possui uma demanda ascendente por pimentão, fato este que vem impulsionando a ampliação da produção em diversas regiões do país com características distintas, como o semiárido baiano. Neste contexto, Araquam (2013) afirma que a Bahia possui posição de destaque entre os Estados produtores da referida hortaliça, porém ressalta que regiões semiáridas possuem condições climáticas limitantes, em alguns períodos do ano, ao cultivo comercial dessa cultura, sendo necessário o uso de técnicas para colheitas programadas durante as diferentes épocas do ano.

Nesse contexto, as telas de sombreamento apresentam-se como uma técnica eficiente, uma vez que propicia o cultivo em épocas desfavoráveis, como é o caso da região do Submédio do São Francisco, cujas temperaturas elevadas não possibilitam o bom desempenho agrônomo e com isso as produções do pimentão ficam mais restritas ao período de março a junho (ARAQUAM, 2013).

Além disso, o pimentão é uma das culturas com melhor adaptação à condição de cultivo protegido, com produção por planta entre 12 a 15 frutos, cuja massa fresca situa-se entre 120 a 200 g, diâmetro entre 0,07 a 0,08 m e comprimento entre 0,11 a 0,14 m. Entretanto, essas características podem variar em função da variedade, dos tratos culturais, do estado nutricional e da necessidade hídrica da planta (FLORES, 2014).

2.2. CULTIVO EM AMBIENTE PROTEGIDO

A técnica de cultivo em ambiente protegido para hortaliças não é recente, visto que desde a década de 30 já se utilizavam formas de “abrigos de vidro” na agricultura. Com o passar dos anos, a crescente demanda por alimentos de alta qualidade impulsionou o desenvolvimento de novos sistemas de cultivo visando proporcionar uma produção adaptada a diferentes regiões e condições adversas do ambiente (ROCHA, 2007).

O ambiente protegido consiste em uma estrutura que visa reduzir a densidade de fluxo de radiação solar, possibilitando o cultivo, principalmente de oleráceas, durante todo o ano e em regiões com alta disponibilidade de energia solar (ROCHA, 2007). Além disso, essa técnica possibilita maior controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, solo, vento e composição atmosférica (SANTOS et al., 2010).

O uso correto do ambiente protegido proporciona uma série de vantagens, como: aumento da produtividade; qualidade dos frutos superiores às aquelas observadas em campo; uso mais eficiente da água pelas plantas; proteção contra geadas e excesso de radiação; melhor aproveitamento dos recursos como nutrientes, radiação e dióxido de carbono (ZEIST et al., 2018; BARROS, 2018).

Existem vários tipos de ambiente protegido, sendo os mais comuns: ripados, telados e estufas. Os ripados/telados são normalmente construídos de madeira e cobertos com polietileno de baixa densidade (BEZERRA, 2003). O advento da tecnologia tem proporcionado o desenvolvimento de telas de sombreamento de diferentes cores projetadas, especificamente, para modificar o espectro e a dispersão da radiação solar incidente (ARAQUAM, 2013).

Segundo Araquam (2013), as coberturas, como telas de sombreamento, têm sido muito utilizadas em práticas agrícolas a fim de modificar o balanço de energia do ambiente, uma vez que apesar da radiação atuar diretamente no desenvolvimento da planta, também fornece energia para processos de perdas de água por evaporação e evapotranspiração de água. Tal afirmativa também é defendida por Souza (2017), quando relata que o uso de telas de sombreamento é essencial para regiões com alta incidência solar e temperaturas excessivas.

Para Bezerra (2003), o cultivo protegido é uma tecnologia indispensável para produção, principalmente nos estádios iniciais de hortaliças, pois além de proporcionar um microclima favorável também permite melhor controle fitossanitário, garantindo mudas saudáveis e menores riscos de produção.

Cunha et al. (2002), estudando o balanço de energia em cultivo protegido de pimentão, observou que o mesmo dispôs de menor quantidade de energia líquida disponível (R_n), porém as variáveis altura de plantas, matéria seca total e índice de área foliar foram superiores quando comparadas ao cultivo em campo aberto, ou seja, essa técnica, no caso da cultura do pimentão, é eficiente na conversão da radiação líquida disponível em matéria seca total e na produtividade de frutos.

2.3. MANEJO DA IRRIGAÇÃO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA

A irrigação é uma prática extremamente importante para agricultura, entretanto é uma das atividades antrópicas que requer maior consumo de água. Dessa forma, é crescente a preocupação em utilizá-la de forma mais racional a fim de garantir segurança alimentar e práticas mais sustentáveis no campo.

A eficiência do uso da água é a relação que se estabelece entre a produtividade total e a quantidade de água que foi fornecida durante todo o ciclo da cultura. A determinação da quantidade de água utilizada é realizada através da evapotranspiração e é de suma importância para o manejo satisfatório da irrigação.

Segundo Pereira (2006), a crescente preocupação a cerca da escassez dos recursos hídricos tem impulsionado o desenvolvimento de pesquisas buscando promover o aumento da eficiência do uso da água, principalmente em regiões com baixa disponibilidade hídrica.

Como afirma Carvalho et al. (2011), o manejo adequado do sistema de irrigação e da cultura é fundamental para a obtenção de maior produtividade em ambiente protegido, maximização na eficiência do uso da água e redução de custos. Aragão et al. (2012) afirmam que a água é um recurso imprescindível para produção agrícola, entretanto seu alto rendimento exige o conhecimento sobre necessidade hídricas e nutricionais das culturas submetidas à diferentes condições de cultivo.

Souza et al. (2017) mencionam que além do domínio de tecnologia de aplicação de água, também é extremamente necessário o conhecimento da influência do clima e das condições ambientais da região, uma vez que, a especificidade das condições climáticas de cada localidade faz com que, na maioria das vezes, os agricultores optam por utilizar maior quantidade de água, gerando mais custos e riscos de produção.

A necessidade de irrigação de uma determinada cultura é determinada, principalmente, pela quantidade e distribuição das chuvas em uma dada região. Assim, em regiões como o Nordeste brasileiro, caracterizado por altas temperaturas e baixa pluviosidade, o conhecimento do requerimento hídrico das culturas e do sistema de irrigação promovem melhor desenvolvimento da planta, diminuem as perdas por evapotranspiração e a ocorrência de doenças fúngicas por excesso de umidade (CARVALHO et al., 2013).

Segundo Silva et al. (2017), a forma mais satisfatória para garantir o manejo correto da irrigação é conhecer o coeficiente de cultivo (K_c), obtido pela relação

entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_0), para cada fase fenológica da planta, uma vez que às necessidades hídricas são diferentes ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura.

Existem na literatura uma lista dotada de valores de K_c determinados em cultivo a campo aberto para várias hortaliças, porém o uso desses valores em condições ambientais específicas, como o ambiente protegido, provocará um fornecimento de água a planta superior ao necessário, gerando maior suscetibilidade a doenças e riscos para produção.

Carvalho et al. (2011), trabalhando com pimentão cv. Konan em casa de vegetação no município de Lavras - MG, com a finalidade de verificar a produção e viabilidade econômica em cultivo protegido sob diferentes lâminas de irrigação, observou que a máxima produtividade foi alcançada em lâminas próximas a 100% de reposição de água no solo, ou mantendo a cultura com umidade próxima da capacidade de campo.

2.3.1 Evapotranspiração

O clima é um fator de grande relevância para a produção agrícola, visto que o mesmo influencia diretamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas. Logo, é fundamental identificar as alterações nas variáveis meteorológicas provocadas pelo uso de coberturas plásticas e telados em cultivos protegidos ou semi-protegidos.

A quantificação da fração de água transferida para atmosfera por evaporação e evapotranspiração é de suma importância, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde a disponibilidade hídrica é fator limitante para a produção agrícola. O conhecimento de estudos dessa natureza possibilita utilizar a água de forma mais racional, estabelecendo a melhor lâmina de água para irrigação e turno de rega, evitando desperdícios (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Tazzo et al. (2012) relatam que uma das maneiras de possibilitar o uso de água de forma eficiente é através do conhecimento da evapotranspiração máxima da cultura (ET_c). Silva et al. (2011), definem a evapotranspiração como um componente do balanço hídrico que representa a quantidade de água transferida simultaneamente para a atmosfera pelos processos de evaporação do solo e transpiração das plantas.

Segundo Pivetta et al. (2010), a evapotranspiração é um processo natural que ocorre como forma de dissipar energia e manter o metabolismo da planta, e está intimamente relacionado com as variáveis meteorológicas que condicionam a demanda atmosférica, como temperatura, radiação solar e umidade do ar. Assim, temperaturas elevadas associadas à baixa umidade, resulta em maior transferência de água para atmosfera, fato este que mostra a importância dos estudos voltados a determinação da demanda hídrica da cultura, principalmente em locais com maior incidência de radiação e baixa pluviosidade em longos períodos do ano.

De acordo com Albuquerque et al. (2011), áreas denominadas de “cinturões-verdes” localizadas em perímetros urbanos apresentam um enorme potencial produtivo de frutas e hortaliças e este deve estar associado a utilização adequada dos recursos hídricos e fornecimento de nutrientes, principalmente na região Nordeste, visto que os estudos voltados para determinação de lâminas mais eficientes de irrigação ainda são escassos.

A quantificação do processo de evapotranspiração para uma cultura e condições climáticas específicas pode ser obtida diretamente por lisímetros ou estimada por equações como a de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) e o método eddy covariance, que utilizam medidas atmosféricas em alta frequência (MONTEIRO et al., 2014). Entretanto, as mensurações através de lisímetros padrões, em condições naturais, ainda são extremamente difíceis e onerosas (OLIVEIRA et al., 2010; PEREIRA et al., 1997).

O consumo hídrico total do pimentão é variável em relação às características e condições climáticas do local de cultivo, sistema de irrigação, duração de ciclo e cultivar utilizada, situando-se, geralmente, entre 450 a 650 mm e apresentando uma diminuição de 30% de ET_c para plantas em cultivo protegido (MAROUELLI E SILVA, 2012).

Na literatura, tem sido crescente o número de estudos voltados à obtenção da evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo do pimentão sob condições protegidas, obtendo resultados satisfatórios no que tange a produção e qualidade dos frutos (PIVETA et al., 2010; LORENZONI et al, 2019).

2.3.2 Lisimetria

lisimetria é um método satisfatório utilizado na determinação direta da evapotranspiração e constitui-se de estrutura composta por um volume de solo e

vegetação em condições idênticas a circunvizinhança, ou ainda sem vegetação para determinação da evaporação do solo. Basicamente, os lisímetros mais empregados são: drenagem, lençol freático constante e de pesagem.

Segundo Machado e Mattos (2001), os lisímetros de lençol freático constante têm sido bastante difundidos no Brasil, uma vez que oferecem dados precisos e fácil manejo, principalmente no que tange a variação do nível do lençol no seu interior. Materán et al. (2009) afirmam que esse tipo de lisímetro tem sido muito estudado para culturas de interesse comercial e é uma alternativa eficiente e economicamente acessível.

Vellame et al. (2012), estudando o funcionamento dos lisímetros de pesagem e lençol freático constante em ambiente protegido em Cruz das Almas - BA, constataram que esse último, apresentou-se como instrumento eficiente, de fácil construção e operação, para medição de evapotranspiração e com boa concordância com o lisímetro de pesagem, o qual é considerado como padrão em estudos de perda de água das culturas.

Segundo Campeche et al. (2011), a lisimetria está susceptível a fatores ambientais e de projetos que podem afetar as medidas de evapotranspiração, como os efeitos da advecção de calor, as dimensões e espessura das paredes do lisímetro, o regime de umidade do solo e a densidade da vegetação. No entanto, apresentam medições precisas quando o seu projeto leva em consideração o local de instalação, as condições climáticas, tipo de solo, disponibilidade de materiais, custos, calibração e manejo.

2.4. ADUBAÇÃO ORGÂNICA

O pimentão é uma planta bastante exigente quanto às características físicas e químicas do solo e com isso a adubação torna-se uma prática indispensável ao seu cultivo. Entretanto, segundo Ribeiro et al. (2000), a aplicação de adubos e corretivos representa um alto custo de produção e assim, faz-se necessário o uso de fontes alternativas capazes de propiciar os nutrientes necessários à cultura e melhor estruturação do solo.

Além disso, o cenário do mercado consumidor atual possui uma forte tendência pela busca de alimentos mais saudáveis e isso vem promovendo o desenvolvimento de técnicas que garantam maior produtividade na agricultura

orgânica, gerando maior visibilidade econômica ao produto porque proporciona qualidade de vida e responsabilidade ambiental.

Neste contexto, a adubação orgânica apresenta-se como um fertilizante não-convencional de boa aceitação para olerícolas como o pimentão, visto que é uma fonte de matéria orgânica que possibilita a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso, permite a redução dos resíduos químicos e promove uma produção mais sustentável, cujos compostos orgânicos podem ser obtidos da própria unidade agrícola ou áreas próximas, gerando renda e proporcionando uma destinação ambientalmente correta dos resíduos gerados.

Chagas et al. (2017), avaliaram o efeito de diferentes substratos orgânicos no desenvolvimento fenológico de pimentão “All Big”, em Arapiraca-PE, e verificou que os esterco de bovinos e caprinos podem ser utilizados para a adubação desta hortaliça, com resultados promissores em condições de cultivo em ambiente fechado. No entanto, ressaltam que é necessário analisar o tipo de esterco mais adequado para cada hortaliça, visto que elas são divergentes quanto à aeração, porosidade, produtividade e retenção de água de um determinado esterco ou substrato.

Corrêa et al. (2011) afirmam que os fertilizantes orgânicos são considerados uma alternativa racional para a produção agrícola, porém estes devem ser utilizados com suporte técnico baseados na composição química do solo, dos fertilizantes orgânicos e na necessidade nutricional intrínseca de cada vegetal.

Em alguns estudos são demonstrados o efeito e eficiência do uso de adubos orgânicos na nutrição e produtividade do pimentão (SEDYAMA et al., 2014). Araújo et al. (2007) estudando a produção do pimentão “All Big”, em Areia-PB, adubado com esterco bovino e biofertilizante obtiveram uma produtividade máxima de frutos comerciais de 7,8 t ha⁻¹ e com incremento quando associado o uso de esterco com biofertilizante.

2.4.1 Cultivo em vasos e adubação orgânica

O cultivo agrícola intensivo tem provocado uma série de problemas, dentre eles salinização de grandes áreas, compactação do solo e aparecimento de patógenos. Segundo Melo et al. (2012), mesmo em ambiente protegido, o uso intensivo do solo também tem acarretado problemas de salinização, visto que ainda é muito comum o manejo de irrigação e o uso de adubação mineral em excesso.

Melo Silva et al. (2010) apresentaram resultados bastantes expressivos no desenvolvimento de alface cultivado em vasos e submetido a adubação orgânica. Percebe-se que essas técnicas estão sendo bastante difundidas não somente para o cultivo do pimentão, uma vez que proporcionam expressivo desenvolvimento da cultura e uso mais eficiente dos recursos naturais.

De acordo com Ludwig et al. (2013), o uso de recipientes com substratos para o cultivo agrícola limita o espaço para o desenvolvimento da zona radicular, fato este que permite maior disponibilidade de nutrientes. Souza et al. (2017) afirmam que existe uma tendência gradual de substituição do cultivo de hortaliças em solo para o cultivo em substrato orgânico, possibilitando assim uma série de benefícios para a cultura e reduzindo a incidência de pragas.

O uso de agroquímicos no cultivo de pimentão é muito frequente, fato este que gera uma grande preocupação ambiental, principalmente no que tange aos riscos inerentes a saúde e ao empobrecimento do solo. Segundo Gentile et al. (2020), essa hortaliça lidera a lista nacional de produtos com maiores resíduos químicos e nesse contexto, defendem o uso de uma produção mais sustentável, como o cultivo orgânico em vasos.

Segundo Charlo et al. (2009), o cultivo em vasos ou sacos plásticos é uma solução para a problemática de solos contaminados e em seu estudo com cinco variedades de pimentão cultivadas em vasos e usando fibra da casca de coco, obteve uma produtiva expressiva.

3. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. DA S.; SILVA, Ê. F. DE F.; FILHO ALBUQUERQUE, J. A. C. DE; NUNES, M.F. F. N. Crescimento e rendimento de pimentão fertirrigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p.686-694, 2011.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. **FAO**, Roma, 300p., 1998.

ARAGÃO, V. F.; FERNANDES, P. D.; FILHO, R.R. G.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, H. O.; FEITOSA, E.O. 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, Wagner Willen Cavalcanti. **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) - Programa de pós-graduação em engenharia agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro, 2013.

ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, É. É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.466-470, 2007.

BEZERRA, F. C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 22 p.

CAMPECHE, L. F. M. S.; NETTO, A. O. A.; SOUSA, I. F.; FACCIOLI, G. G.; SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V. 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.

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

Carvalho, P. H. M. S.; Silva, J. S.; Silva, R. R.; Costa, W. R.S.; Queiroz, S.O.P.; Rocha, R.C. Produção de pimentão em ambiente protegido com água residuária. **Revista verde**, v. 14, n. 3, p.359-35, 2019

CHAGAS, A. B.; SANTOS, T. T.; SANTOS, J. K. B.; SANTOS, E.; REIS, L. S.; BARROS, R. P. Estudo do Desenvolvimento fenológico do Pimentão (*Capsicum annuum* L.) All-Big em casa de Vegetação. **Revista Ambientale da Universidade Estadual de Alagoas**, v. 1, n. 1, p. 28-33, 2017.

CHARLO, H. C. de O; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L.T. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p.155-159, 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CORRÊA, J. C.; BENITES, V. M.; REBELLATTO, A. O uso dos resíduos animais como fertilizantes. In: II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais, 2011. **Anais II SIGERA**, v. I, 2011

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

BARROS, Emanuel Messias Souza de. **Desempenho agrônomico do pimentão vermelho cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de depleção de água no substrato**. 2018. 86f. Dissertação (mestrado em Agronomia) -

Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Produção Vegetal. Universidade federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2018.

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

FLORES, Diego Santos. **Manejo da irrigação sobre as características morfológicas e produtividade do pimentão em ambiente protegido**. 2014. 84f. Dissertação- Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada, Universidade Estadual da Bahia, 2014.

GENTILLI, M. A. D.; MEDICI, L. O.; SOUZA, E. F. F. da S.; CARVALHO, D. F. Produção de pimentão orgânico utilizando biomassa Vegetal não-compostada como substrato. In: XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2020. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

LOPES, Carlos A. et al. **Sistemas de produção de Pimentas (*Capsicum spp.*)**. EMBRAPA Hortaliças, v. 2, 2007.

LORENZONI, M. Z.; REZENDE, R.; SANTOS, F. A. S.; SOUZA, A. H. C.; SERON, C. C.; NASCIMENTO, J. M. R. Estimation of the crop coefficient (kc) for bell pepper under greenhouse conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 10, p.741-746, 2019.

LUDWIG, F.; FERNANDES, D. M.; GUERRERO, A. C.; VILAS BOAS, R. L. Absorção de nutrientes em cultivares de gérbera cultivada em vaso. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p.622-627, 2013.

MACHADO, R. E. E.; MATTOS, A. Construção e instalação de um lisímetro com sistema de drenagem. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 1, p.147-151, 2001.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. (2012). Irrigação na cultura do pimentão. **EMBRAPA Hortaliças**, Brasília, 2012.

MATERÁN, F. J. V.; OLIVEIRA, R. A. de; CECON, P. R.; SEDIYAMA, G. C.; MARTINEZ, H. E. P.; TAGLIAFERRE, C. Lisímetro com lençol freático constante operando com Irrigâmetro® modificado para medida da evapotranspiração de referência. **Revista UDO Agrícola**, v. 9, n. 2, p.364-375, 2009.

MELO SILVA, F. A. de; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p.131-137, 2010.

MELO, A. R. P. de ; BRITO, A. D. de. Desempenho produtivo do pimentão (*Capsicum annuum L.*) a campo aberto sob diferentes tipos de adubações na região dos Cocais Maranhense. In: **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2017**.

MELO, D. M.; CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. de O.; GALATTI, F de S.; BRAZ, L. T. Produção e qualidade de melão rendilhado sob diferentes substratos em cultivo protegido. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p.58-66, 2012.

MONTEIRO, P. F. C.; FONTANA, D. C.; SANTOS, T. V. dos; ROBERTI, D. R. Estimativa dos componentes do balanço de energia e da evapotranspiração para áreas de cultivo de soja no sul do Brasil utilizando imagens do sensor TM Landsat 5. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p.72-80, 2014.

MORAIS, P. L. D.; DIAS, N. S.; ALMEIDA, M. L. B.; SARMENTO, J. D. A.; SOUSA NETO, O. N. Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente protegido sob malhas termorefletoras e negra. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p.407-410, 2011.

NEGRETTI, R. R. D.; BINI, D. A.; AMARAL, U.; MARTINS, C. R. Avaliação da adubação orgânica em pimentão *Capsicum annum* cultivado em sistema orgânico de produção sob ambiente protegido. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 17, n. 1, p. 27-37, 2010.

OLIVEIRA, F. A. **Cultivo do pimentão em ambiente protegido utilizando diferentes manejos de fertirrigação**. 2012. 222 f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2012.

OLIVEIRA, G. M. de; LEITÃO, M. de M. V. B. R.; ALMEIDA, A. C. de. Determinação da evapotranspiração e dos coeficientes de cultura para as diferentes fases de desenvolvimento do melão (*Cucumis melo L.*) na região norte da Bahia. **Revista Verde**, v.5, n.2, p. 142-151, 2010.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C **Evapo(transi)piração**. Piracicaba: FEALQ, 1997.183p.

PEREIRA, João Batista Alves. **Avaliação do Crescimento, Necessidade Hídrica e Eficiência no Uso da Água pela Cultura do Pimentão (*Capsicum Annum. L.*), sob Manejo Orgânico nos Sistemas de Plantio com Preparo do Solo e Direto – Seropédica, RJ**. 2006. 112f. Dissertação (mestrado em fitotecnia) - Programa de pós-graduação em fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

PIVETTA, C. R.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; RADONS, S. Z.; TAZZO, I. F.; LUCAS, D. D. Evapotranspiração máxima do pimentão cultivado em estufa plástica em função de variáveis fenométricas e meteorológicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.768-775, 2010.

RIBEIRO, L. G.; LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; RAMALHO, S. S. Adubação orgânica na produção de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 134-137, 2000.

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; RIBEIRO, M. de O.; AMARAL, A. G. do. Características físico-químicas e nutricionais de pimentão produzido em campo e hidroponia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p.558-563, 2008.

ROCHA, Ruy de Carvalho. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro**. 2007. 105f. Tese (doutorado em agronomia) - Programa de pós-graduação em Agronomia (Horticultura), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2007.

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

SEDIYAMA, M.A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.588-594, 2014.

SILVA, G. H.; FERREIRA, M. G.; PEREIRA, S. B.; DELAZARI, F. T.; SILVA, D. JH. Resposta da cultura do pimentão submetida a profundidades de irrigação calculadas por diferentes metodologias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**. v.22, n.1, p.45-50, 2018.

SILVA, P. F.; SILVA, C. B.; SANTOS, D. P.; SANTOS, C. S.; SANTOS, M. A. L.; SILVA, J. C. Determinação do coeficiente de cultivo da cultura do pimentão (*Capsicum annum*) por meio do lisímetro de drenagem. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.7, p. 2040 - 2051, 2017.

SILVA, Y. C. P. da; OLIVEIRA, E. P.; OLIVEIRA, E. P. de; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A. Desempenho de cultivares de pimentão na região semiárida baiana. **Revista Agrotecnologia**, v.9, n.1, p.46-53, 2018.

SOUZA, J. L. M.; JERSZURKI, D.; SCHAFFER, R.; GURSKI, B. C.; SCHAFFER, H. Balanço hídrico climatológico: precipitação e evapotranspiração de referência estimadas com metodologia alternativa. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.20, p. 2237-8642, 2017.

SOUZA, S. G. **Produtividade e qualidade de pimentão amarelo sob diferentes níveis de depleção de água no substrato**. 2017. 86f. Dissertação (metrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Produção Vegetal. Universidade federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2017.

TAZZO, I. F.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; PIVETTA, C. R.; STRECK, L.; RIGHI, E. Z. Evapotranspiração do pimentão em estufa plástica estimada com dados meteorológicos externos, na primavera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.275–280, 2012.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia Digital 2**, Pernambuco: Recife, 2006. 463p.

VELLAME, L. M.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; FRAGA JÚNIOR, E. F. Lisímetro de pesagem e de lençol freático de nível constante para uso em ambiente protegido. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 153-159, 2012.

ZEIST, A. R.; ZANIN, D. S.; CAMARGO, C. K.; RESENDE, J. TV.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J. D. Rendimento de frutas e trocas gasosas em pimentões após aplicação foliar de boro, cálcio e Stimulate. **Horticultura Brasileira**, v.36, n.4, p. 498-503, 2018.

3. ARTIGO 1

DEMANDA HÍDRICA E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NO CULTIVO PROTEGIDO DE PIMENTÃO NA REGIÃO NORTE DA BAHIA

DEMANDA HÍDRICA E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NO CULTIVO PROTEGIDO DE PIMENTÃO NA REGIÃO NORTE DA BAHIA

RUANNA MATOS ALMEIDA SOUZA ¹; MARIO DE MIRANDA VILAS BOAS RAMOS LEITÃO ²

- ¹ Mestranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antônio C. Magalhães, nº 510, Country Club, Juazeiro - BA, CEP: 48902-300, Juazeiro/BA/Brasil, ruanna.matos@outlook.com
- ² Professor titular do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antônio C. Magalhães, nº 510, Country Club, Juazeiro - BA, CEP: 48902-300, Juazeiro/BA/Brasil.

RESUMO

O presente estudo objetivou determinar a evapotranspiração da cultura, o coeficiente de cultivo e a eficiência do uso da água para produção de pimentão (*Capsicum annuum L.*) em ambiente protegido na região semiárida, no norte da Bahia. O experimento foi conduzido no campus da Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Juazeiro-BA, no período de junho a outubro de 2018, com duração de 127 dias do transplante até a última colheita. O híbrido de pimentão Itamara foi cultivado em vasos e o delineamento utilizado foi blocos casualizados, parcelas subdivididas, sendo as parcelas, quatro lâminas de irrigação (95, 100, 105 e 110% da ETc) e as subparcelas, dois níveis de adubação: A1 (25 % de esterco de caprino) e A2 (40 % de esterco de caprino), cinco repetições. A Evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida através de dois conjuntos de lisímetros de lençol freático constante instalados no centro do ambiente protegido, cada conjunto, contendo um dos níveis de adubação. O coeficiente de cultura (Kc) foi determinado a partir da ETc e da evapotranspiração de referência (ETo), obtida em uma estação meteorológica localizada ao lado da área experimental. A demanda hídrica total da cultura para o nível A1 de adubação foi de 527,3 mm e para A2 foi de 395,7 mm. Em termos de valores médios, 4,5 e 3,5 mm, respectivamente. Os coeficientes de cultivo máximos e mínimos para os dois níveis de adubação foram respectivamente 0,78 e 0,23 para A2; 1,02 e 0,34 para A1. Os melhores resultados de eficiência do uso da água foram verificados para a menor incorporação de esterco caprino ao solo. Assim, A1 apresenta-se como uma alternativa satisfatória, visto que proporcionou maior produtividade e satisfatória conversão de água em massa fresca do fruto.

Palavras-chave: Evapotranspiração, Irrigação, Coeficiente de cultivo.

WATER DEMAND AND EFFICIENCY OF WATER USE IN PROTECTED CHILI CULTIVATION IN THE NORTH REGION OF BAHIA

ABSTRACT

The present study aimed to determine the evapotranspiration of the crop, the cultivation coefficient and the water use efficiency for the production of sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) in a protected environment in the semi-arid region, in northern Bahia. The experiment was conducted on the campus of the Federal University of Vale do São Francisco, in Juazeiro-BA, from June to October 2018, lasting 127 days from transplanting until the last harvest. The hybrid pepper Itamara was grown in pots and the design used for randomized

blocks, subdivided plots, with plots, four irrigation depths (95, 100, 105 and 110% of ET_c) and subplots, two levels of fertilization: A1 (25% goat manure) and A2 (40% goat manure), five repetitions. Crop evapotranspiration (ET_c) was obtained through two sets of groundwater lysimeters in the center of the protected environment, each set containing one of the fertilization levels. The crop coefficient (K_c) was determined from the ET_c and the reference evapotranspiration (ET_o), obtained at a meteorological station located next to the experimental area. The total water demand of the crop for the A1 level of fertilization was 527.3 mm and for A2 it was 395.7 mm. In terms of average values, 4.5 and 3.5 mm, respectively. The maximum and applicable cultivation coefficients for the two fertilization levels were 0.78 and 0.23 for A2, respectively; 1.02 and 0.34 for A1. The best results of water use efficiency were verified for less incorporation of goat manure into the soil. Thus, A1 presents itself as a satisfactory alternative, since it provides greater productivity and satisfactory conversion of water into fresh fruit mass.

Keywords: Evapotranspiration, Irrigation, Crop coefficient.

3.1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma olerícola que possui grande importância econômica, situando-se entre as dez hortaliças mais cultivadas e consumidas no Brasil. O aumento considerável da produção nos últimos anos deve-se, sobretudo, a maior difusão do seu cultivo em ambiente protegido (TAZZO et al., 2012).

O Submédio do Vale do São Francisco, além de apresentar-se como uma região de grande destaque no agronegócio brasileiro, principalmente no que se refere ao cultivo irrigado de manga e uva, também possui características edafoclimáticas e de logística favoráveis para a produção de hortaliças. Entretanto, tendo em vista a sensibilidade das hortaliças a condições climáticas extremas, a produção pode ser limitada na região, principalmente, na primavera-verão, a qual é caracterizada por temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar.

A utilização de ambientes protegidos é uma técnica de grande relevância para produção hortícola, pois utiliza coberturas que modificam o microclima do local de cultivo, alterando os balanços de radiação e energia do ambiente, uma vez que reduz a incidência da radiação solar no interior do ambiente e conseqüentemente os efeitos térmicos, atuando diretamente no desenvolvimento da planta. Logo, também reduz as perdas de água por evaporação e evapotranspiração (ARAQUAM, 2013).

Segundo Albuquerque et al. (2012), é fundamental determinar o consumo hídrico requerido pela cultura em cada fase do seu desenvolvimento, bem como as perdas para atmosfera pelo processo de evapotranspiração, pois proporciona o uso eficiente da água, principalmente em regiões que possuem escassez hídrica, e promove uma redução de gastos para o produtor. Além disso, também é essencial determinar um sistema de irrigação que disponibilize água e nutrientes necessários às plantas, a fim de reduzir as perdas por percolação e evaporação, bem como o risco de salinidade do solo. Atualmente, o método de suprimento hídrico por gotejamento tem adquirido notoriedade e vem sendo muito difundido em práticas agrícolas, principalmente em ambiente protegido (LIU et al., 2019).

O pimentão, assim como as demais hortaliças, requer uma enorme quantidade de água para o seu desenvolvimento e este fator afeta potencialmente a sua produção (MUNIANDY et al., 2016). Assim, é evidente a extrema importância da determinação de parâmetros que visem promover o uso eficiente da água pela planta, de maneira que se tenha qualidade dos frutos e menor ocorrência de doenças em virtude do excesso de água no solo (TAZZO et al., 2012).

Neste contexto, a evapotranspiração da cultura (ET_c) é uma variável muito importante para determinar o suprimento hídrico necessário ao desenvolvimento das culturas, a qual é expressa em $mm\ d^{-1}$. Ela pode ser medida diretamente, por lisimetria, ou estimada por modelos matemáticos associados à evapotranspiração de referência (ET_0), a partir do produto desta por coeficientes de cultivo (ALBUQUEURQUE et al., 2012). Atualmente, existe uma lista desenvolvida por Allen et al. (1998), contendo diversos coeficientes de cultivo. Porém, segundo Muniandy et al. (2016), vários estudos diferenciaram-se daqueles estabelecidos na literatura, concluindo assim que os valores de K_c são variáveis em função de fatores como o estágio de desenvolvimento, tipo de cultura, técnica de irrigação utilizada, características do solo e do clima da região.

Dessa forma, o gerenciamento adequado da irrigação apresenta-se como uma tecnologia indispensável, principalmente para regiões com alta demanda atmosférica, visando,

sobretudo, proporcionar produtividade com menor suprimento hídrico (SOUZA et al., 2019). Assim, é possível utilizar lâminas de água embasadas em coeficientes de cultivo (K_c) determinados com base na necessidade hídrica da cultura e no clima da região (LORENZONI et al., 2019).

Com base no exposto, objetivou-se determinar a necessidade hídrica, a eficiência do uso da água e os coeficientes de cultivo para cada fase fenológica do híbrido de pimentão Itamara, cultivado em vasos dentro de ambiente protegido, na região norte da Bahia.

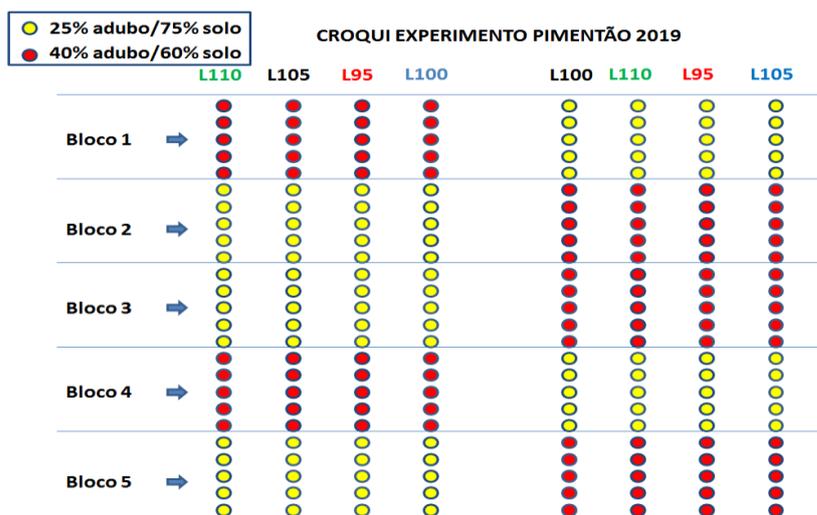
3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro-BA ($09^{\circ} 24' 42''$ S, $40^{\circ} 29' 55''$ W e altitude de 368m), no período de junho a outubro de 2019. Segundo Köeppen, a classificação climática da região é do tipo BSw h' , correspondendo a um clima semiárido.

A estrutura utilizada foi um ambiente protegido contendo as seguintes dimensões: 18 m de largura, 24 m comprimento e pé direito de 3 m. A mesma foi coberta e fechada nas laterais com tela Chromatinet difusora de luz (Polysack Plastic Industries®), cinza, 40% de sombreamento. O pimentão, híbrido Itamara, foi cultivado em vasos com capacidade de 12 litros, espaçados em 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas.

O delineamento estatístico se deu em blocos casualizados (DBC), parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por quatro lâminas de irrigação (95%; 100%; 105% e 110% de ET c) e as subparcelas, por dois níveis de adubação, sendo A1 25% de esterco caprino e A2, 40% de esterco caprino, cinco repetições (Figura 1).

Figura 1. Croqui da área experimental mostrando a distribuição do cultivo de pimentão e a localização dos vasos no interior do ambiente protegido.



As características físicas e químicas do solo utilizado foram as seguintes: textura argilosa com densidade do solo (D_s) = 1,24 Mg m⁻³; densidade das partículas (D_p) = 2,44; porosidade total (P_t) = 49; Potencial Hidrogeniônico da água (pH) = 7,2; P = 3,27 mg dm⁻³; K⁺ = 0,36 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 22,8 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,2 cmol_c dm⁻³; Al = 0 cmol_c dm⁻³; Capacidade de Troca de Cátions (CTC) = 25,39 cmol_c dm⁻³; Na⁺ = 0,05 cmol_c dm⁻³; Cu = 0,4 mg dm⁻³; Zn = 0,1 mg dm⁻³; Fe = 14,6 mg dm⁻³; Mn = 49,5 mg dm⁻³; B = não significativo e matéria orgânica = 7,6 g Kg⁻¹.

Aos 34 (trinta e quatro) dias após a semeadura, as mudas de pimentão atingiram entre 4 e 6 folhas definitivas, 15 cm de altura, sendo, portanto, transplantadas para os vasos dispostos no ambiente protegido. O ciclo total da cultura, do transplante a última colheita (DAT), teve duração total de 127 dias.

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, com emissores autocompensantes, vazão de 2 L/h e coeficiente de eficiência de 97%. Para o processo de armazenamento de água foi instalado na área, um reservatório (caixa de fibra de 1000L).

Os valores diários da evapotranspiração da cultura (ET_c) foram obtidos a partir de dois conjuntos de lisímetros de lençol freático constante, constituído por cinco vasos (um para cada nível de adubação), os quais foram interligados, formando um sistema de vasos comunicantes (Figura 2). As leituras de ET_c foram realizadas sempre às 09:00 h, através de régua graduada (em mm) fixadas nos reservatórios de suprimento dos lisímetros. Com base

nos valores de ET_c obtidos para cada conjunto de lisímetro (nível de adubação: 25% e 40%), determinou-se a lâmina bruta para irrigação localizada, através da Equação 1:

$$L_b = \frac{ET_c}{E_i} \quad (1)$$

Em que:

L_b = Lâmina bruta (L)

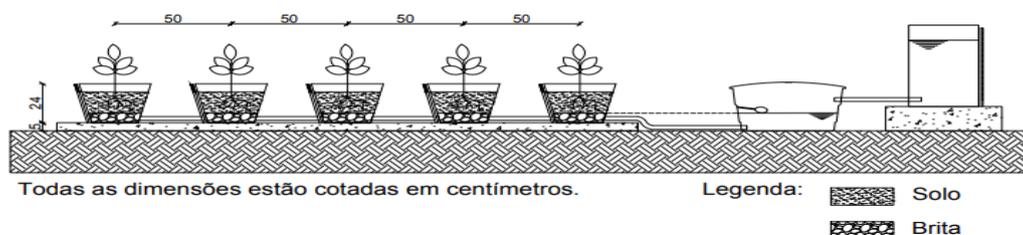
E_i = eficiência de irrigação.

Determinado L_b para cada nível de adubação, calculou-se os percentuais correspondentes a 95%; 100%; 105% e 110% de ET_c . Posteriormente, determinou-se o tempo de irrigação (T_i) através da relação simples estabelecida pela vazão do sistema e lâmina bruta, como mostra a Equação 2.

$$T_i = 60 * L_b / 2 \quad (2)$$

Visando evitar efeitos advectivos, os lisímetros foram instalados no centro da área experimental e o solo do seu interior, continha as mesmas proporções de esterco de caprino e solo dos demais vasos. Para disponibilizar um abastecimento constante e os lisímetros manterem sempre o mesmo nível, eles foram conectados a um reservatório de passagem, dotado de uma boia, o qual era conectado ao tanque de suprimento, o que permitia a reposição imediata da água e a manutenção do solo sempre em capacidade de campo (Figura 2).

Figura 2. Lisímetros de lençol freático constante instalado na área central do ambiente protegido.



A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pela Equação 3, Penman-Monteith (FAO, 1998), com base nos dados obtidos em uma estação meteorológica

automática instalada ao lado da área experimental, em conformidade com as normas da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Dentro do ambiente protegido, foram instalados, em dois pontos centrais, sensores ligados a um datalogger modelo Campbell Scientific, o qual foi programado para efetuar leituras a cada cinco segundos e gerar médias a cada 60 minutos das seguintes variáveis meteorológicas: temperaturas do ar média, máxima e mínima; umidade relativa do ar instantânea, mínima e máxima; velocidade do vento máxima e mínima, bem como os componentes do balanço de radiação.

$$ET_o = \frac{0,408 s (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{med} + 273} U_2 (e_s - e_a)}{s + \gamma(1 + 0,34 U_2)} \quad (3)$$

Onde:

ET_o - evapotranspiração de referência, mm d⁻¹;

s - inclinação da curva de pressão do vapor de água, kPa °C⁻¹;

R_n - radiação líquida diária, MJ m⁻² d⁻¹;

G - fluxo diário de calor no solo, MJ m⁻² d⁻¹;

γ - constante psicrométrica, kPa °C⁻¹;

T_{med} - temperatura média diária do ar, °C;

U₂ - velocidade média diária do vento na altura de 2 m, m s⁻¹;

e_s - pressão média diária de saturação do vapor de água, kPa;

e_a - pressão média diária do vapor de água, kPa.

Os coeficientes de cultura (K_c), para cada estágio fenológico, foram determinados pela razão entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o), Equação 4.

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (4)$$

Os estádios fenológicos do pimentão foram determinados conforme recomendação de Marouelli e Silva (2012), sendo: I - transplante e pegamento de mudas; II - desenvolvimento vegetativo até o início da floração; III - fase reprodutiva, até os frutos atingirem 50% do tamanho; IV - desta última fase a 1ª colheita após o pico de produção; V- do pico de produção até a última colheita.

A colheita dos frutos foi realizada aos 65, 80, 87, 98, 108 DAT. Na área útil, em cada parcela, as plantas foram separadas por porcentagem de adubação e nas subparcelas, os frutos foram identificados, colocados em sacos plásticos previamente identificados e pesados com o auxílio de balança com precisão de 0,005 g. A produtividade total média (t ha⁻¹) foi determinada somando-se o peso dos frutos frescos por planta para cada lâmina (95%; 100%; 105% e 110% de ETc), em cada percentual de adubação e fazendo-se a média das repetições.

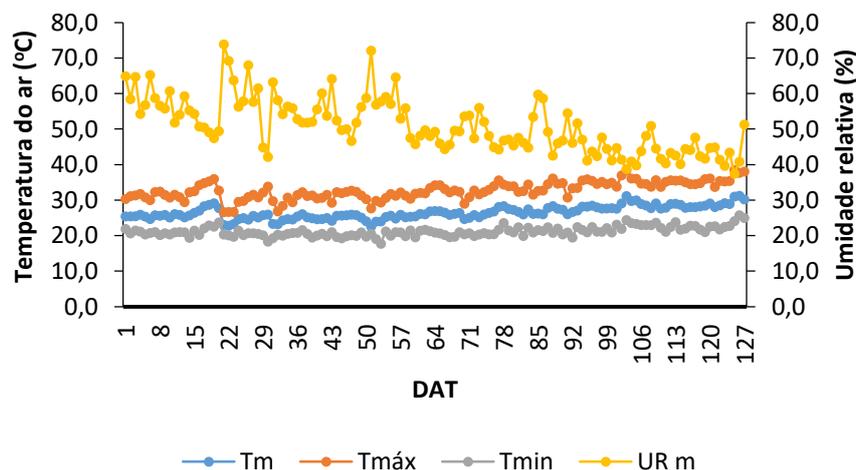
A Eficiência do Uso da Água (EUA) aplicada foi determinada conforme metodologia descrita por Souza et al. (2011), em função da relação entre a produção total por planta (Kg) e as respectivos volumes de água aplicados (m³). A contribuição da precipitação foi insignificante, ou seja, o índice pluviométrico dentro do ambiente protegido foi de apenas 2,1 mm. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando o software SISVAR versão 5.1 (FERREIRA, 2011).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 observa-se para o período de estudo, o comportamento da temperatura média, máxima, mínima e umidade relativa do ar no ambiente protegido. Nota-se que os

valores de temperatura média (T_m) situaram-se em torno de 25 °C, com amplitude térmica máxima de 13 °C e mínima de 7°C.

Figura 3. Variação das temperaturas: média (T_m), máxima ($T_{m\acute{a}x}$), mínima ($T_{m\acute{i}n}$) e da umidade relativa do ar (UR_m) sob ambiente protegido, no período de junho a outubro de 2019.



Segundo esses resultados obtidos, pode-se afirmar que o ambiente estudado apresentou condições ideais para produção de pimentão, pois segundo Marouelli e Silva (2012), valores de temperatura inferiores a 25 °C retardam o desenvolvimento da planta e superiores a 35 °C, provocam maior queda de flores. Verifica-se que em alguns dias ocorreram valores de temperatura máxima do ar superiores a 35 °C, porém essa situação não afetou o desenvolvimento da cultura, por ter ocorrido no final do ciclo.

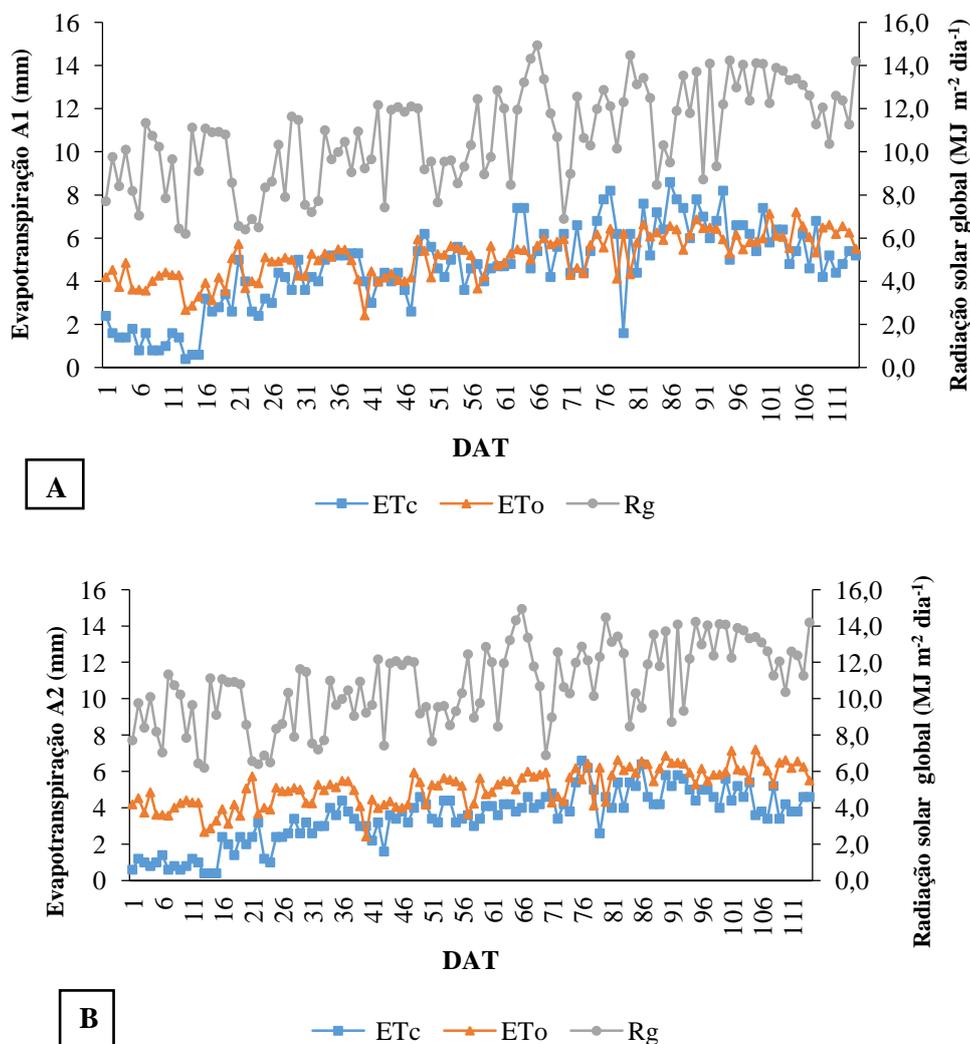
Também, nota-se que a umidade relativa do ar variou entre 40 e 70% e houve diminuição dos índices a partir dos 88 DAT até o final do ciclo. Marouelli e Silva (2012) afirmam que condições de temperaturas médias em torno de 30 °C, associada à umidade relativa do ar próxima a 90% são ideais para o desenvolvimento e qualidade dos frutos, principalmente no que tange as características de coloração e valor nutricional.

Observou-se que, no período entre 90 e 127 DAT, houve aborto de flores e formação de frutos de menor valor comercial em todos os tratamentos. Este fato pode ter ocorrido em razão da combinação de baixa umidade relativa do ar com altas temperaturas, pois conforme

Silva et al. (2002), esta situação causa um déficit de água na planta, provocando a morte de gemas, queda de flores e formação de frutos pequenos.

A evapotranspiração da cultura acumulada e a média diária durante o período experimental foi para A1: 527,3 mm e 4,6 mm; enquanto para A2 foi de 395,7 mm e 3,5 mm, respectivamente (Figura 4). Portanto, em termos percentuais, A2 teve um consumo hídrico correspondente a 75% do consumo observado para A1, indicando que, uma maior proporção de esterco incorporada ao solo pode ter proporcionado redução da evapotranspiração, principalmente da evaporação do solo.

Figura 4. Radiação solar global, evapotranspiração de referência (ET_o) e Evapotranspiração da cultura (ET_c) para os níveis de adubação A1 (A) e A2 (B).



Analisando as curvas de ETc apresentadas na Figura 4, percebe-se que no transcorrer do ciclo da cultura, o consumo hídrico para ambos os tratamentos foi maior durante o estágio fenológico de frutificação (a partir do 30 DAT), o qual representou 80% da demanda hídrica total. Também, ainda na Figura 4, observando-se o comportamento da curva da radiação solar (R_g), verifica-se que a partir de 87 DAT, e apesar da diminuição da umidade relativa do ar neste período (Figura 3), o que em tese poderia representar uma maior demanda hídrica da atmosfera, como simultaneamente houve redução dos valores diários de R_g , a evapotranspiração de referência e ETc foram menores. Essa situação mostra que a disponibilidade de energia solar é o fator preponderante no processo de evapotranspiração.

Por outro lado, em alguns dias durante o ciclo da cultura, além da redução normal causada pela tela de sombreamento (cobertura), devido a uma maior cobertura de nuvens, também ocorreu redução da incidência de radiação solar global sobre a cultura do pimentão. Lorenzoni et al. (2019) estudando a evapotranspiração do pimentão, híbrido Magali R., em estufa (coberta com polietileno e tela branca nas laterais), em Maringá-PR, no período de maio a setembro de 2015, observaram um aumento da ETc em dias de maior incidência da radiação solar.

Também, nota-se que a ETc para A1 e A2 na fase inicial (até 16 DAT), devido ao pouco desenvolvimento da cultura, apresentou valores diários bem pequenos. Porém, posteriormente, a ETc do A1 passou a apresentar valores bem próximos de ETo. No entanto, a ETc de A2, durante o restante do ciclo da cultura, continuou apresentando valores bem menores do que a evapotranspiração de referência. Esses menores valores de ETc para A2 podem ser justificados, principalmente, pela provável redução da evaporação do solo, comentado anteriormente, devido a maior proporção de matéria orgânica (esterco caprino).

Pivetta et al. (2010), estudando a evapotranspiração máxima do híbrido de pimentão “Vidi” cultivado em estufa plástica, no Rio Grande do Sul, durante a primavera, encontraram valores obtidos em lisímetros de drenagem: acumulado de 101,5 mm e média diária de 0,81

mm. No entanto, medidas também efetuadas dentro de estufa em evaporímetro de Piche, foram extremamente divergentes: acumulado de 353,8 mm e média diária de 2,8 mm. Isso mostra que a ETc pode ser muito variável em relação à estrutura usada, região de cultivo, época do ano, disponibilidade de energia solar, fotoperíodo e condições ambientais em geral. Geralmente, como em estufas, a umidade relativa do ar é elevada e a evapotranspiração tende a ser menor.

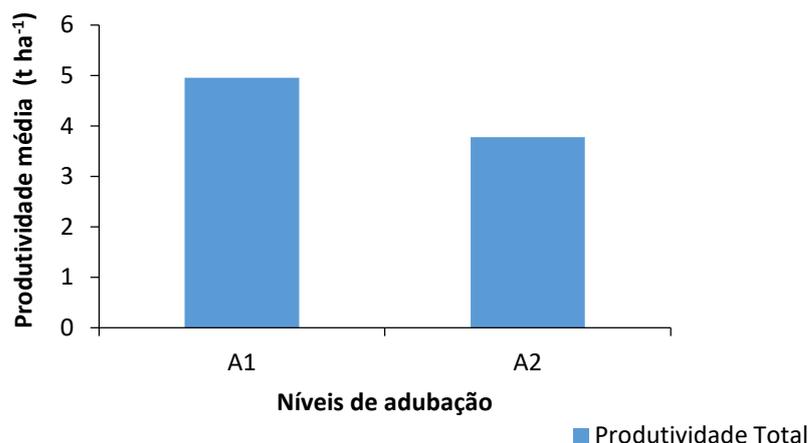
A interação entre os fatores lâmina de irrigação e adubação (proporção percentual de esterco e solo) não proporcionou efeitos significativos para as variáveis produtividade ($t\ ha^{-1}$) e eficiência do uso da água ($Kg\ m^{-3}$) ao nível de 5% de probabilidade. Considerando os fatores isolados, foi verificado efeito significativo apenas para o fator adubação. (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da Análise de Variância (valores de F) para produtividade (PT) e Eficiência do Uso da Água (EUA) sob cultivo de pimentão, em Juazeiro, BA.

FV	GL	PT	EUA
Blocos	4	3,001 ^{NS}	2,962 ^{NS}
Lâmina (L)	3	0,258 ^{NS}	0,123 ^{NS}
Erro 1	12	-	-
Adubação (A)	1	21,391 ^{**}	5,609 ^{**}
L x A	3	0,515 ^{NS}	0,533 ^{NS}
Erro 2	16	-	-
CV 1 (%)		33,31	33,69
CV 2 (%)		18,38	17,78

FV – Fonte de Variação, GL - Graus de Liberdade, ** – Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, NS – Não significativo.

A produtividade total média do pimentão atingiu valores de $4,95\ t\ ha^{-1}$ e $3,78\ t\ ha^{-1}$ para os níveis de adubação A1 e A2, respectivamente (Figura 5). Além disso, os resultados indicam que a menor proporção de adubação de esterco caprino (A1), independentemente da lâmina aplicada, apresentou rendimento superior ao tratamento com a maior proporção de adubação (A2).

Figura 5. Produtividade total média do pimentão em função das lâminas de irrigação.

Aragão et al. (2008), estudando o pimentão (híbrido Magali R.) em ambiente coberto com sombrite 30% de sombreamento, em Juazeiro-BA, no período de maio a novembro de 2007, obtiveram uma produtividade comercial de 5,98 t ha⁻¹. Este resultado foi próximo ao valor encontrado para A1, no presente estudo, indicando que a incorporação de 25% de esterco caprino ao solo pode ser uma boa alternativa para a produção de pimentão para a região do Submédio do Vale do São Francisco.

Pires et al. (2010), cultivando o pimentão (híbrido Margarita) entre maio e outubro de 2008, em Juazeiro-BA, obtiveram uma produtividade de 9,44 t ha⁻¹. Embora, os autores tenham utilizado adubação orgânica de esterco caprino e sombrite 50% de sombreamento, a diferença de produtividade pode ser explicada por alguns fatores, dentre eles: menor espaçamento adotado, cultivo em solo, cultivar e suprimento hídrico diário baseado em ETC, obtida a partir de Tanque Classe A.

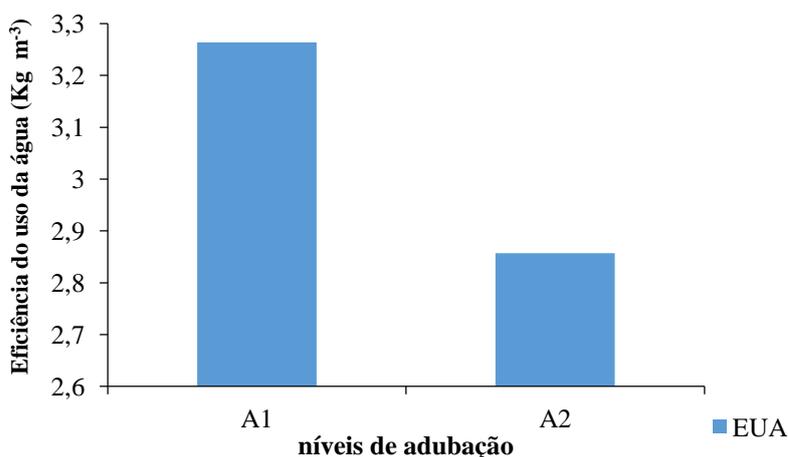
Constata-se na Tabela 2, maior volume de água aplicado para o solo com menor proporção de adubação de esterco caprino. A menor proporção de adubação, certamente produziu maior aquecimento e conseqüentemente, maior evaporação. Além disso, a maior proporção de matéria orgânica promove maior agregação do solo e conseqüentemente maior retenção de água pelas partículas de solo.

Tabela 2. Volume total de água (m^3) aplicado durante o ciclo do pimentão, correspondente aos diferentes percentuais de ETc.

	95% de ETc	100%de ETc	105% de ETc	110% de ETc
A1 (25%)	0,070	0,074	0,078	0,082
A2 (40%)	0,061	0,065	0,068	0,071

Na Figura 6 observa-se que A1 apresentou maior índice de eficiência do uso da água (EUA). O valor máximo alcançado foi de $3,45 \text{ Kg m}^{-3}$ para a lâmina de 95% de ETc, submetida a menor porcentagem de adubação (A1) e o valor mínimo foi de 2,59 para a lâmina de 105 % de ETc para A2.

Figura 6. Eficiência do uso da água (EUA) para produção de pimentão cultivado sob condição de diferentes lâminas de irrigação e percentuais de adubação.



Os resultados obtidos neste estudo foram superiores ao valor de $1,5 \text{ Kg m}^{-3}$ de EUA encontrado por Gordin (2018), para o pimentão Rubia R., cultivado em ambiente protegido, em Recife-PE, no período de outubro de 2017 e fevereiro de 2018, utilizando minilísímetros de pesagem para determinar a melhor lâmina de irrigação.

Com base nos dados de evapotranspiração da cultura (ETc) e de referência (ETo) (Figura 4), foram obtidos, para cada fase de desenvolvimento do pimentão, os valores médios do coeficiente de cultivo (Kc), apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios dos coeficientes de cultivo para cada fase fenológica do pimentão.

Estádios Fenológicos	A1 (25%)	A2 (40%)
II	0,34	0,23
III	0,76	0,53
IV	1,01	0,77
V	1,02	0,78

Os coeficientes de cultivo encontrados para os dois níveis de adubação diferiram daqueles recomendados pela FAO-56 para ambientes irrigados a céu aberto: 0,6 (fase inicial), 1,05 (fase intermediária) e 0,9 (fase final). Essas diferenças são normais tendo em vista que no ambiente a céu aberto, às condições climáticas, principalmente, alta incidência de radiação solar global, temperaturas elevadas e maior velocidade do vento, contribuem para maior transferência de vapor d'água para a atmosfera, através do processo de evapotranspiração, aumentando, conseqüentemente, os coeficientes de cultura, em comparação com ambientes cobertos e fechados nas laterais.

Lorenzoni et al (2019), estudando o pimentão em estufa no município de Maringá-PR, entre maio e setembro de 2015, encontraram valores de Kc não só superiores ao presente estudo, mas também bastante superiores aos recomendados pela FAO-56 para ambiente a céu aberto, 0,86 e 1,4 para as fases inicial e final, respectivamente. Esses autores afirmaram que esses coeficientes são variáveis em função das condições de solo e clima, bem como das diferentes fases de desenvolvimento da planta. No entanto, é importante ressaltar que os efeitos gerados pelo microclima dentro de uma estufa, principalmente a umidade relativa geralmente elevada, contribui para uma redução da evapotranspiração.

Em síntese, com base nos resultados apresentados no presente estudo, constata-se que, valores de Kc estão relacionados a variedade, ao ambiente de cultivo, as condições climáticas, as características do solo e ao sistema de irrigação utilizado.

3.4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo mostram de forma muito clara que, apesar de apresentar maior demanda hídrica, o percentual menor de adubação de esterco caprino (A1), independente da lâmina aplicada, contribuiu positivamente para incremento da produtividade e da eficiência do uso da água.

3.5 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, Ê. F. F.; NUNES, M. F. F. N.; SOUZA, A. E. R. Alocação de biomassa e eficiência no uso de água em pimentão fertirrigado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n.2, p. 315-325, 2012.
- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, Ê. F. F.; FILHO ALBUQUERQUE, J. A. C.; LIMA, G. S. Necessidade hídrica e coeficiente de cultivo do pimentão fertirrigado. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 481-493, 2012.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. **FAO**, Roma, 300p., 1998.
- ARAGÃO, C. A.; SILVA, N. C.; KARASAWA, M.; PIRES, M. M. M. L.; BATISTA, P. F. Desempenho de híbridos de pimentão cultivados sob diferentes sombreamentos. **Horticultura Brasileira**, Viçosa, v. 26, n. 2, 2008.
- 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)-Programa de pós-graduação em engenharia agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1039-1042, 2011.
- GORDIN, L. C. **Manejos e frequências de irrigação para a cultura do pimentão Rubia R. em ambiente protegido**. 2018. 79f. Dissertação (mestrado em engenharia agrícola)-Programa de pós-graduação em engenharia agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- LIU, H.; LI, H.; NING, H.; ZHANG, X.; LI, S.; PANG, J.; GUANGSHUAI, W.; SUN, J. (2019). Optimizing irrigation frequency and amount to balance yield, fruit quality and water use efficiency of greenhouse tomato. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 226, 2019.
- LORENZONI, M. Z.; REZENDE, R.; SANTOS, F. A. S.; SOUZA, A. H. C.; SERON, C. C.; NASCIMENTO, J. M. R. Estimation of the crop coefficient (kc) for bell pepper under

greenhouse conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 10, p.741-746, 2019.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. (2012). Irrigação na cultura do pimentão. **EMBRAPA Hortaliças**, Brasília, 2012.

MUNIANDY, J. M.; YUSOP, Z.; ASKARI, M. Evaluation of reference evapotranspiration models and determination of crop coefficient for *Momordica charantia* and *Capsicum annuum*. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 169, p. 77-89, 2016.

PIRES, M. M. M. L.; SILVA, N. C.; SANTOS, H. A.; ARAGÃO, C. A. Desempenho do híbrido de pimentão Margarita submetido a diferentes sistemas de condução, em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, 2010.

PIVETTA, C. R.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; RADONS, S. Z.; TAZZO, I. F.; LUCAS, D. D. Evapotranspiração máxima do pimentão cultivado em estufa plástica em função das variáveis fenométricas e meteorológicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 768-775, 2010.

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

SILVA, G. H.; FERREIRA, M. G.; PEREIRA, S. P.; DELAZARI, F. T.; SILVA, D. JH. Resposta da cultura do pimentão submetida a profundidades de irrigação calculadas por diferentes metodologias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 1, p. 45-50, 2018.

SOUZA, S. G. **Produtividade e qualidade de pimentão amarelo sob diferentes níveis de depleção de água no substrato**. 2017. 86f. Dissertação (metrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Produção Vegetal. Universidade federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2017.

SOUZA, A. P.; PEREIRA, J. B. A.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 15-22, 2011.

SOUZA, A. H. C.; REZEND, R.; LORENZONI, M. Z.; SANTOS, F. A. S.; OLIVEIRA, J. M. Resposta do pimentão aos níveis de reposição de água e tempos de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, p. 1-7, 2019.

TAZZO, I. F.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; PIVETTA, C. R.; STRECK, L.; RIGHI, E. Z. Evapotranspiração do pimentão em estufa plástica estimada com dados meteorológicos externos, na primavera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 275-280, 2012.

4. ARTIGO 2

ASPECTOS PRODUTIVOS DO PIMENTÃO SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

ASPECTOS PRODUTIVOS DO PIMENTÃO SUBMETIDO A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

RUANNA MATOS ALMEIDA SOUZA ¹; MARIO DE MIRANDA VILAS BOAS RAMOS LEITÃO ²

- ¹ Mestranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antônio C. Magalhães, nº 510, Country Club, Juazeiro - BA, CEP: 48902-300, Juazeiro/BA/Brasil, ruanna.matos@outlook.com
- ² Professor titular do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antônio C. Magalhães, nº 510, Country Club, Juazeiro - BA, CEP: 48902-300, Juazeiro/BA/Brasil,

RESUMO

Neste estudo, objetivou-se avaliar as características produtivas do pimentão (híbrido Itamara) cultivado em vasos, na região Norte da Bahia, utilizando-se diferentes lâminas de irrigação e proporções de adubação orgânica. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, com estrutura totalmente coberta e fechada nas laterais com tela Chromatinet cinza (40% de sombreamento), na Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Juazeiro-BA, no período entre junho e outubro de 2019. Utilizou-se dois percentuais de adubação do solo com esterco caprino: A1 (25%) e A2 (40%). O sistema de irrigação usado foi o gotejamento e as lâminas aplicadas foram determinadas, tomando-se como base percentuais da evapotranspiração da cultura (ETc) (95, 100, 105 e 110% de ETc). A ETc foi determinada diariamente, através de dois conjuntos de lisímetros de lençol freático constante. As variáveis analisadas foram: produtividade total média (t ha⁻¹), peso médio do fruto(g), teor de água do fruto (%), comprimento e diâmetro médio do fruto (mm), relação comprimento/diâmetro e número total de frutos. A produtividade total média foi de 4,95 t ha⁻¹ para A1 (25%) e 3,78 t ha⁻¹ para A2 (40%). A lâmina de 110% de ETc apresentou frutos com comprimento e diâmetro médio superior em relação as demais lâminas. A menor porcentagem de adubação de esterco caprino apresentou frutos com maior peso médio e melhor qualidade segundo os padrões de classificação adotados.

Palavras-chave: esterco de caprino; água; produtividade.

PRODUCTIVE ASPECTS OF PEPPER SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF ORGANIC FERTILIZATION AND IRRIGATION BLADES

ABSTRACT

In this study, the objective was to evaluate the productive characteristics of sweet pepper (hybrid Itamara) grown in pots, in the North of Bahia, using different irrigation depths and proportions of organic fertilization. The experiment was conducted in a protected environment, with a fully covered and closed structure on the sides with gray Chromatinet screen (40% shading), at the Federal University of Vale do São Francisco, in Juazeiro-BA, between June and October 2019. Two percentages of soil fertilization with goat manure were used: A1 (25%) and A2 (40%). The drip system used was drip and the applied blades were determined, based on the percentage of crop evapotranspiration (ETc) (95, 100, 105 and 110% ETc). ETc was determined daily using two sets of constant water table lysimeters. The variables analyzed were: average total productivity (t ha⁻¹), average fruit weight (g), fruit water content (%), average fruit length and diameter (mm), length / diameter ratio and total number of fruits. The average total productivity was 4.95 t ha⁻¹ for A1 (25%) and 3.78 t ha⁻¹ for A2 (40%). The blade of 110% ETc showed fruits with a higher average length and diameter compared to the other slides. The lowest percentage of fertilization of goat manure showed fruits with higher average weight and better quality according to the classification standards adopted.

Keywords: goat manure; Water; productivity.

4.1 Introdução

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma cultura oriunda do continente americano, cujo cultivo engloba uma enorme importância socioeconômica e nutricional, uma vez que está entre as dez hortaliças mais consumidas e vem influenciando representativamente, na geração de emprego e renda para agricultura familiar do Brasil (Trecha et al., 2017).

Para Araújo et al. (2009), a produção de olerícolas, principalmente o pimentão, é muito rentável, principalmente quando o cultivo é realizado em épocas adequadas e condições climáticas favoráveis. Porém, como estas condicionantes não ocorrem constantemente e em todas as regiões, a produtividade é menor em algumas épocas do ano, levando a uma redução de lucros para o produtor rural. Assim, o uso de alternativas que visem potencializar o sistema de produção, como a utilização de ambientes protegidos e tecnologias de irrigação, são fundamentais para promover a produção durante o ano inteiro.

A utilização crescente de coberturas para produção de pimentão tem propiciado satisfatório desenvolvimento da planta e frutos, com qualidades superiores ao plantio em campo aberto. Frente a essa situação, também existe uma forte busca por alimentos com baixo resíduo químico, entretanto, ainda há escassez de informações técnicas relativas ao efeito de tecnologias mais sustentáveis, como a adubação orgânica, nesse sistema de cultivo (Sediyama et al., 2014).

Para Figueiredo e Tanamati (2010), o emprego de adubos orgânicos, dentre eles o esterco de animais, promove benefícios econômicos comparados aos fertilizantes industriais, pois existe uma diversificada oferta de matérias-primas que oferecem redução dos impactos ambientais, decorrentes das práticas agropecuárias. Além disso, estão intimamente relacionados com a melhoria da agregação do solo, influenciando na infiltração do solo e capacidade de retenção de água, bem como na drenagem, aeração, temperatura e penetração de raízes (Oliveira et al., 2009).

Segundo Foresti et al. (2016), a aplicação de doses exatas de adubo orgânico de origem animal é de extrema importância para o produtor, visto que oferece benefícios nutricionais suficientes para proporcionar aumento de produção e diminuição de custos.

Além destas técnicas, a irrigação também é essencial para produção agrícola. Segundo Lima et al. (2012), o pimentão é bastante sensível a variação dos níveis de água no solo. Em consonância, Santos et al. (2018) afirmam que o suprimento hídrico regular é um dos fatores de extrema relevância para produção agrícola, sobretudo para hortaliças como o pimentão, sendo imprescindível realizar um manejo de irrigação adequado, com maximização da eficiência do uso da água.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os aspectos produtivos e a qualidade dos frutos do pimentão (híbrido Itamara) cultivado em vasos, em ambiente protegido, submetido a duas proporções de adubação orgânica (esterco caprino) e quatro lâminas de irrigação, baseadas em percentuais de ETc.

4.2 Materiais e métodos

A pesquisa foi conduzida na área experimental da Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro-BA (09° 24' 42" S, 40° 29' 55" W e altitude de 368m), no

período de junho a outubro de 2019. Segundo Köeppen, a classificação climática da região é do tipo BSw^h, correspondendo a um clima semiárido.

A estrutura utilizada foi um ambiente protegido contendo as seguintes dimensões: 18 m de largura, 24 m comprimento e pé direito de 3 m. A mesma foi coberta e fechada nas laterais com tela Chromatinet cinza difusora de luz, 40% de sombreamento. A cultura utilizada foi o pimentão, híbrido Itamara, cultivado em vasos com capacidade de 12 litros, espaçados em 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados (DBC), parcelas subdivididas, sendo as parcelas definidas por quatro lâminas de irrigação (95%; 100%; 105% e 110% de ETc) e as subparcelas, por dois níveis de adubação, sendo A1, 25% de esterco caprino e A2, 40% de esterco caprino, cinco repetições (Figura 1).

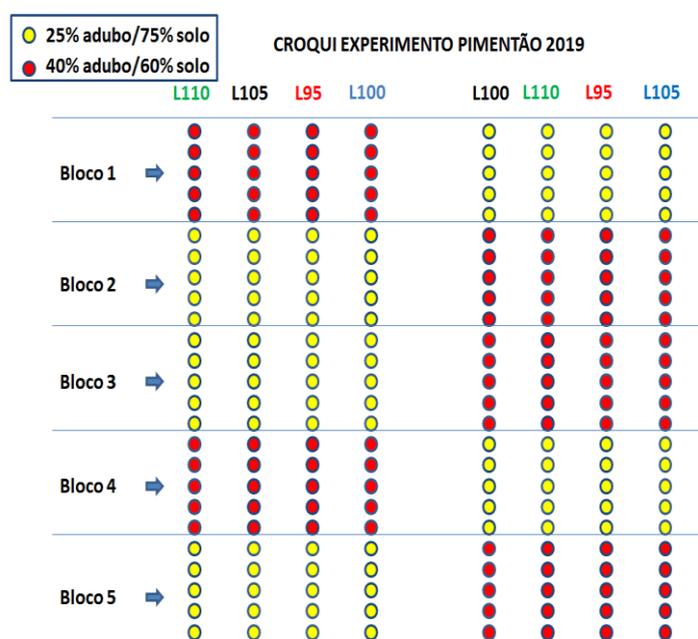


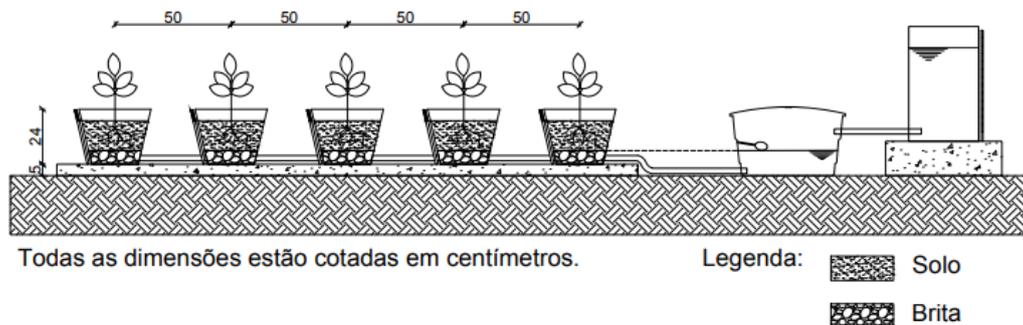
Figura 1. Distribuição dos vasos e lâminas de irrigação na área experimental.

O adubo orgânico foi obtido do dejetos de caprinos, confinados em baias no Campus Ciências Agrárias da UNIVASF, o qual, após a coleta foi submetido ao processo de compostagem para curtir o esterco. As características físicas e químicas do solo foram as seguintes: textura argilosa com densidade do solo = 1,24 Mg m⁻³; densidade das partículas = 2,44; porosidade total = 49; pH H₂O = 7,2; P = 3,27 mg dm⁻³; K⁺ = 0,36 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 22,8 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,2 cmol_c dm⁻³; Al = 0 cmol_c dm⁻³; CTC = 25,39 cmol_c dm⁻³; Na⁺ = 0,05 cmol_c dm⁻³; Cu = 0,4 mg dm⁻³; Zn = 0,1 mg dm⁻³; Fe = 14,6 mg dm⁻³; Mn = 49,5 mg dm⁻³; B = NS e matéria orgânica = 7,6 g Kg⁻¹.

Aos 34 (trinta e quatro) dias após a semeadura, as mudas de pimentão atingiram entre 4 e 6 folhas definitivas, 15 cm de altura, sendo, portanto, transplantadas para os vasos dispostos no ambiente protegido. O ciclo total da cultura, do transplântio a última colheita (DAT), teve duração total de 127 dias.

A irrigação foi realizada por meio de um sistema de gotejamento composto por linhas laterais e emissores autocompensantes, com vazão de 2 L/h e eficiência de 97%. Os valores diários da evapotranspiração da cultura (ET_c) foram obtidos a partir de dois conjuntos de lisímetros de lençol freático constante, constituídos por cinco vasos (um para cada nível de adubação), os quais foram interligados, formando um sistema de vasos comunicantes (Figura 2).

Figura 2. Lisímetros de lençol freático constante instalado na área central do ambiente protegido.



As leituras de ET_c foram realizadas sempre às 09:00 h, através de régua graduada (em mm) fixadas nos reservatórios de suprimento dos lisímetros. Com base nos valores de ET_c obtidos para cada conjunto de lisímetro (nível de adubação: 25% e 40%), determinou-se a lâmina bruta para irrigação localizada, através da Equação 1:

$$L_b = \frac{ET_c}{E_i} \quad (1)$$

Em que:

L_b = Lâmina bruta (L)

E_i = eficiência de irrigação.

Determinado a L_b , aplicou-se os percentuais correspondentes a cada tratamento (95%; 100%; 105% e 110% de ET_c). Posteriormente, determinou-se o tempo de irrigação (T_i) através da relação simples estabelecida pela vazão da bomba e a lâmina bruta, como mostra a Equação 2.

$$T_i = 30 * L_b / 2 \quad (2)$$

Visando evitar efeitos advectivos, os lisímetros foram instalados no centro da área experimental e o solo do seu interior, continha as mesmas proporções de esterco de caprino e solo dos demais vasos. Para disponibilizar um abastecimento constante e os lisímetros manterem sempre o mesmo nível, eles foram conectados a um reservatório de passagem, dotado de uma boia, o qual era conectado ao tanque de suprimento, o que permitia a reposição imediata da água e a manutenção do solo sempre em capacidade de campo (Figura 2).

Foram analisadas as seguintes variáveis: produtividade total média ($t \text{ ha}^{-1}$), peso médio dos frutos (g), teor de água dos frutos (%), comprimento médio dos frutos (mm), diâmetro médio dos frutos (mm), relação comprimento/diâmetro, número total de frutos.

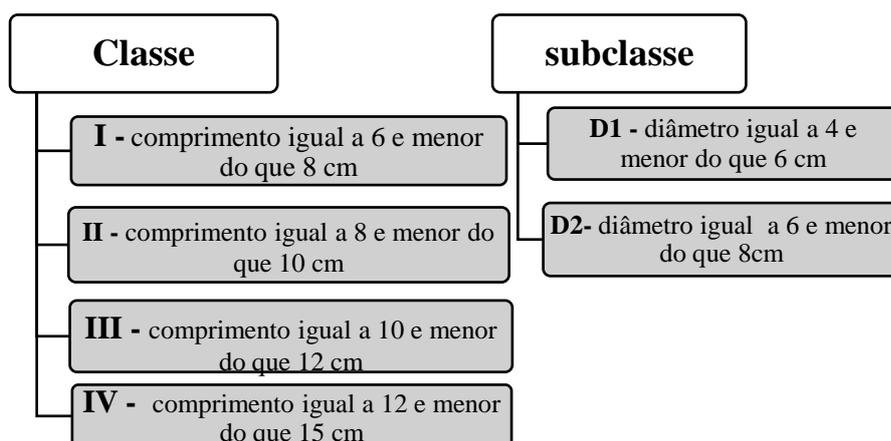
A colheita dos frutos foi realizada aos 65, 80, 87, 98, 108 DAT. Na parcela, as plantas foram separadas por porcentagem de adubação e nas subparcelas, os frutos foram enumerados de acordo com a ordem atribuída a cada planta, colocados em sacos plásticos previamente identificados e pesados com o auxílio de balança com precisão de 0,005 g. Também foram realizadas determinações do diâmetro e comprimento dos frutos, com um paquímetro digital (mm).

Para a obtenção do peso seco, os frutos foram separados em três amostras por parcela, colocados em sacos de papel e submetidos ao processo de secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 50 °C, até o peso se tornar estabilizado. Com base nos dados obtidos, efetuou-se a determinação do teor de água dos frutos, subtraindo-se do peso fresco o peso seco. Imagens do processo de colheita, pesagem e secagem dos frutos podem ser observadas nas Figuras 3A; 3B; 3C e 3D.



Figura 3. Colheita (A, B); determinação do peso, diâmetro e comprimento (C); processo de secagem dos frutos (D).

A produtividade total média ($t\ ha^{-1}$) foi determinada somando-se o peso dos frutos frescos por planta para cada lâmina (95%; 100%; 105% e 110% de ETc), em cada percentual de adubação e fazendo-se a média das repetições. A qualidade dos frutos foi determinada em relação às normas da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), conforme descrito na Quadro 1.



Quadro 1. Padrão de classificação de frutos de pimentão (CEAGESP adaptado).

Aos dados obtidos para as variáveis supracitadas, foram aplicadas análises de variância segundo o Teste de F a 5% de probabilidade e regressão polinomial utilizando o software SISVAR versão 5.1 (FERREIRA, 2011).

4.3 Resultados e discussão

De acordo com os resultados da análise de variância apresentados na Tabela 1, observa-se que não houve efeito significativo da interação entre as lâminas de irrigação e percentuais de adubação sobre as características: peso médio (g), produtividade (t ha⁻¹), comprimento e diâmetro médio (mm) dos frutos, relação comprimento/diâmetro e número total de frutos. Considerando os fatores isolados, verifica-se efeito significativo para lâminas nas variáveis: comprimento médio dos frutos (CM), diâmetro médio (DM) dos frutos e relação comprimento/diâmetro (RCD); para níveis de adubação, com exceção do comprimento médio dos frutos (CM) e número total de frutos (NF), para as demais variáveis, verificou-se efeito significativo.

Tabela 1. Resumo da análise de variância (valores de F) para peso médio (PM), produtividade total (PT), comprimento médio dos frutos (CM), diâmetro médio dos frutos (DM), relação comprimento/diâmetro (RCD) e número total de frutos (NF).

FV	GL	PM	PT	CM	DM	RCD	NF
Blocos	4	4,850**	3,000 ^{NS}	1,606 ^{NS}	3,057 ^{NS}	1,722 ^{NS}	1,572 ^{NS}
Lâmina (L)	3	0,191 ^{NS}	0,258 ^{NS}	3,555**	3,895**	5,226**	0,299 ^{NS}
Erro 1	12	-	-	-	-	-	-
Adubação (A)	1	41,506**	21,391**	0,143 ^{NS}	8,464**	11,623**	2,518 ^{NS}
L x A	3	0,231 ^{NS}	0,515 ^{NS}	0,631 ^{NS}	1,327 ^{NS}	1,731 ^{NS}	1,632 ^{NS}
Erro 2	16	-	-	-	-	-	-
CV 1 (%)		27,38	33,31	6,70	6,35	4,44	29,75
CV 2 (%)		18,44	18,38	7,06	8,34	6,53	19,95

FV - Fonte de Variação, GL - Graus de Liberdade, QM - Quadrado Médio, ** – Significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F, ns – Não significativo.

A produtividade total média, considerando todas as cinco colheitas realizadas, foi de 4,95 t ha⁻¹ para o tratamento A1 (25%) e 3,78 t ha⁻¹ para o tratamento A2 (40%). Esses resultados mostram que a menor proporção de esterco (25%) produziu incremento na produtividade em torno de 23,6%, comparado à proporção de esterco de 40% (Figura 4).

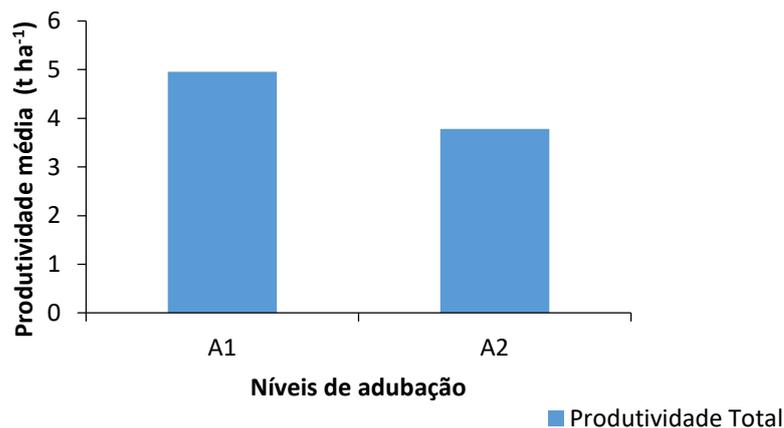


Figura 4. Produtividade total média do pimentão em função das lâminas de irrigação.

Os resultados para produtividade do pimentão encontrados no presente estudo foram inferiores àqueles encontrados por Araújo et al. (2007). Esses autores estudando a produção de pimentão All big adubado com 30 kg ha⁻¹ de esterco bovino, em Areia-PB, no período de janeiro a junho de 2004 obtiveram produtividade de 7,8 t ha⁻¹.

Analisando a Figura 5, observa-se que os maiores valores de peso médio dos frutos foram obtidos no cultivo com 25% de adubação animal (A1), ou seja, a menor incorporação de esterco caprino ao solo propiciou frutos mais espessos e com peso médio superior para todas as lâminas, quando comparado a A2 (40%).

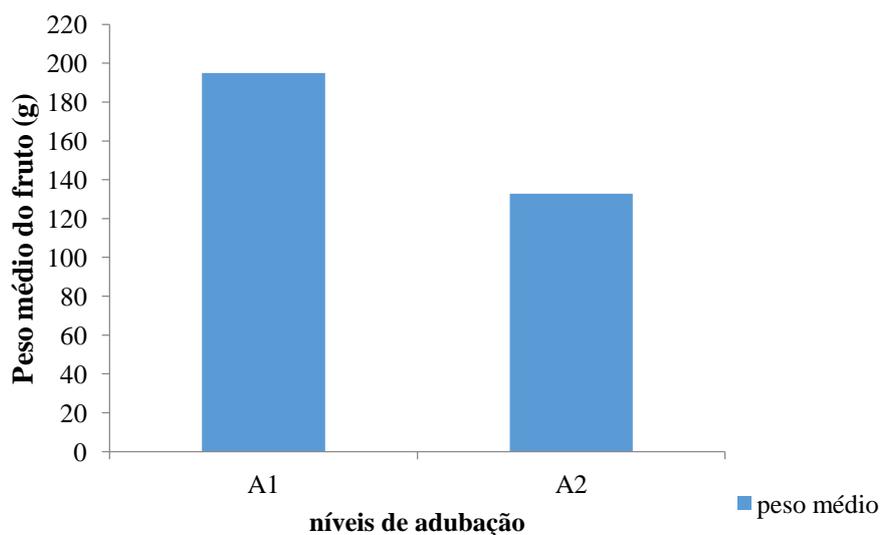
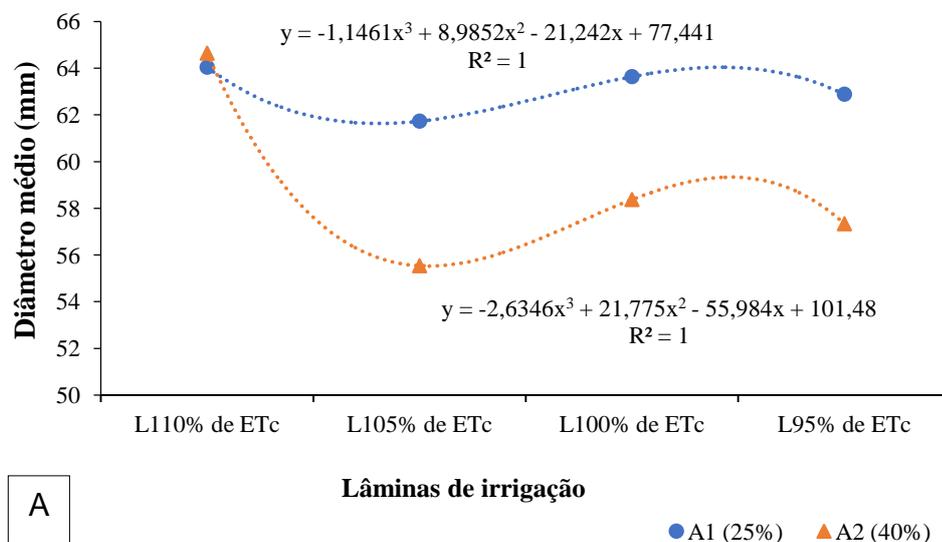


Figura 5. Peso médio do pimentão cultivado em ambiente protegido na região norte da Bahia.

Hachmann et al. (2017) encontraram um valor de 73,38 g para a variável peso médio de pimentão cultivado em casa de vegetação com polietileno de baixa densidade e utilizando composto orgânico (esterco bovino e restos de vegetais). Provavelmente, os valores de 194,89 e 134,79 obtidos em A1 e A2, obtidos neste estudo, podem ser justificados, tomando como referência Freitas et al. (2012), pela maior incorporação de fósforo ao solo, pois eles observaram em estudo conduzido em Petrolina/PE, que ocorre maior liberação de nutrientes para o esterco caprino, em todas as diferentes profundidades de solo analisadas, quando comparado ao esterco bovino.

Carvalho et al. (2011), estudando o pimentão-vermelho cultivado com adubação mineral em casa de vegetação e irrigado com diferentes lâminas, em Lavras-MG, encontraram valor para peso médio do fruto de 164,8 g para a lâmina de 100% de reposição de água, o qual é inferior ao peso médio de fruto de A1 (194,89 g) encontrado no presente estudo.

Em se tratando da variável diâmetro médio do fruto (DM), observa-se que o modelo de regressão com melhor ajuste para os níveis de adubação A1 e A2, foi o polinomial de terceiro grau. Já em relação ao comprimento médio dos frutos (CM), os melhores ajustes foram obtidos para a regressão polinomial de segunda ordem. Verifica-se que a lâmina 110% de ETc foi a que apresentou os melhores resultados de diâmetro e comprimento dos frutos para as duas proporções de adubação estudadas (Figura 6).



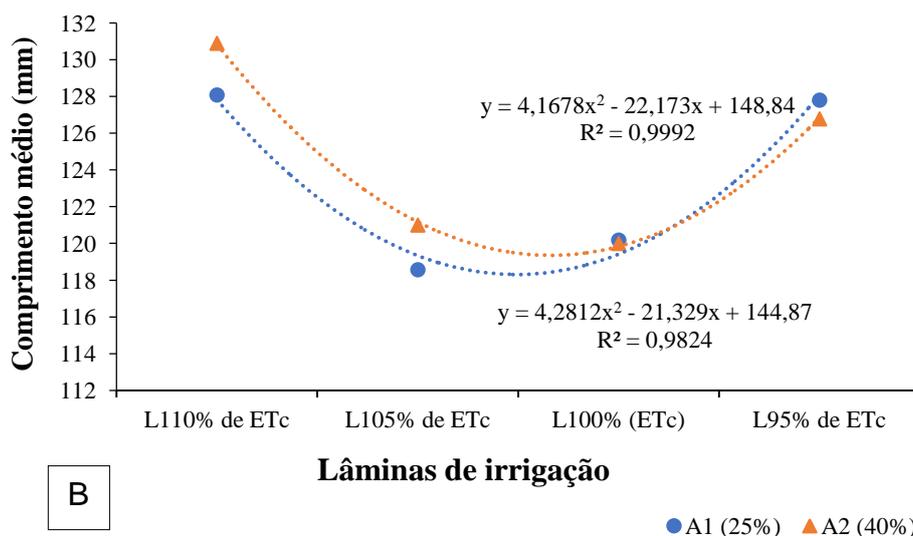


Figura 6. Valores médios para diâmetro (A) e comprimento dos frutos(B) em função das lâminas de irrigação para A1 e A2.

Santos et al. (2018), estudando a produtividade do pimentão Rubia cultivado em casa de vegetação em Pesqueira, PE, entre fevereiro e junho de 2009, e utilizando a lâmina de irrigação de 100% de ETc, obtida a partir de leituras de evaporação no tanque Classe A, também encontraram um modelo de regressão quadrático e alcançaram um valor de 11,36 cm para a variável comprimento do fruto, o qual foi um pouco inferior ao valor de 12,00 cm obtido pela lâmina de 100% de ETc do presente estudo.

Carvalho et al. (2019), analisando a produção do pimentão híbrido Ikeda, em ambiente protegido, no município de Juazeiro-BA, utilizando água bruta do rio São Francisco e 100% de fertilização, obtiveram valores para massa média, diâmetro e comprimento de frutos, respectivamente de 84,95 g, 53,53 mm e 125,05 mm. Estes dados foram inferiores aos do presente estudo, fato que expõe de forma mais contundente o potencial da adubação orgânica no cultivo protegido de pimentão na região do Vale do São Francisco.

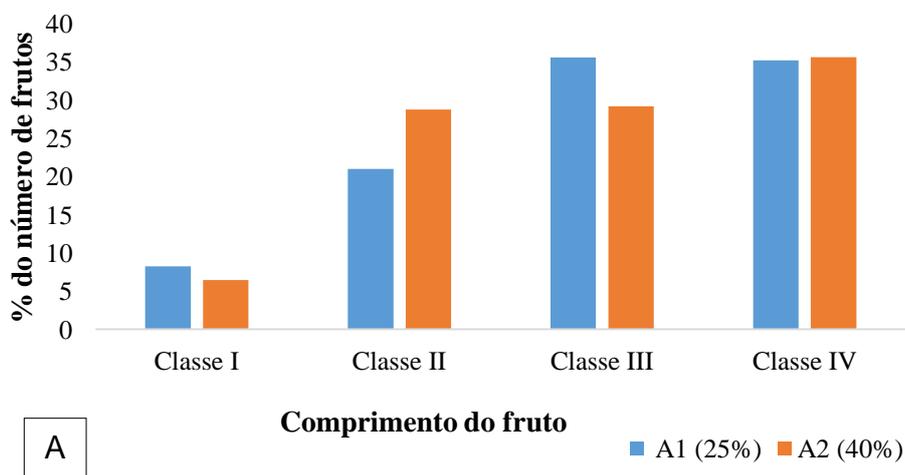
Quanto à relação comprimento/diâmetro (RCD) do fruto, observa-se que os valores situaram próximos a 2,0 para A1 e A2, em todas as lâminas de irrigação aplicadas (Tabela 2). Charlo et al. (2011) obtiveram um valor de 1,1 para o pimentão (híbrido Eppo) cultivado em casa de vegetação coberta com polietileno e fechada nas laterais com sombrite preta 50%, em Jaboticabal-SP. Este resultado foi inferior ao menor valor encontrado nesta pesquisa 1,89 para a lâmina de 100% associada a A1.

Tabela 2. Relação comprimento/diâmetro dos frutos de pimentão, híbrido Itamra, cultivado em ambiente protegido em Juazeiro-BA.

	A1 (25%)	A2 (40%)
L110% de ETc	2,00	2,03
L105% de ETc	1,93	2,18
L100% de ETc	1,89	2,06
L95% de ETc	2,04	2,22

De acordo com os estudos de Charlo et al. (2011), a RCD tem uma relação com o formato do fruto, a qual determina que os valores mais próximos de 1,0 corresponderão a uma tendência de frutos com formato quadrado e quanto mais distantes, frutos cônicos.

De acordo com as normas da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), o híbrido Itamara foi classificado como extra pois não apresentou deformações, podridão, viroses e ferimentos. Em relação ao formato e coloração, enquadrou-se no grupo cônico e sub grupo verde, respectivamente. Quanto ao comprimento médio dos frutos, estes foram classificados em classes I, II, III e IV (Figura 7 A). Quanto ao diâmetro, os frutos situaram-se nas subclasses I e II (Figura 7 B).



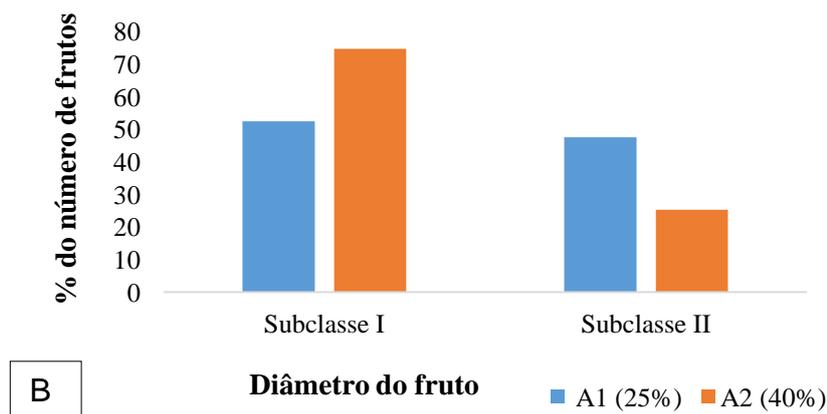


Figura 7. Classificação do pimentão em relação ao comprimento (A) e diâmetro (B) dos frutos em função de A1 e A2.

Analisando a Figura acima, observa-se que os frutos apresentaram, em sua maioria, comprimento superior a 10 cm para os dois níveis de adubação. A1 obteve 70,8% de frutos com comprimento entre 10 e 15 cm e maior percentual de frutos com diâmetro entre 6 e 8 cm, quando comparado a A2. Os melhores resultados foram alcançados durante a primeira e segunda colheita para ambos os tratamentos, entretanto, todos os frutos apresentaram um ótimo padrão de comercialização.

Charlo et al. (2011) adotaram os padrões de classificação de frutos da CEAGESP e classificaram o pimentão amarelo (híbrido Eppo) em categoria extra, classe 12 (12 a 15 cm de comprimento) e subclasse 8 (8 a 10 cm de diâmetro). Esses resultados foram similares aos do presente estudo, embora os autores tenham realizado o cultivo do pimentão em vasos contendo fibra de coco e fertirrigado com solução nutritiva em casa de vegetação coberta com polietileno e fechada nas laterais com tela preta 50% de sombreamento.

Verificou-se que A2 (40%) teve maior quantidade de frutos menores (principalmente ao final do ciclo), fato este que também foi observado por Sedyama et al. (2009), o quais notaram que aplicações de doses altas de composto orgânico promoviam maior desenvolvimento da planta, sobretudo aumento de ramos, e isso fazia com que os nutrientes disponíveis fossem repartidos para vários frutos.

A quantidade de água dos frutos para todos os tratamentos foi superior a 92% (Tabela 3). Os valores encontrados situaram-se próximos aos resultados observados por Rinaldi et al. (2008), que variaram de 92,59 a 93,88% para os híbridos de pimentão Paloma, Impacto e Magali, cultivados a campo e usando sistema hidropônico, no município de Anápolis-GO.

Tabela 3. Valores médios dos percentuais da umidade dos frutos de pimentão.

% de umidade	Lâminas de %Etc			
	L110	L105	L100	L95
A1 (25%)	92,7	92,9	93,3	93,3
A2 (40%)	92,1	93,0	92,2	92,5

Uma análise da Tabela 3 permite verificar que a massa seca dos frutos variou entre 7,9% e 6,7%. Estes resultados foram similares aos dados de matéria seca dos frutos de 7,31 a 7,86% encontrados por Sedyama et al. (2014) estudando pimentão colorido (cultivar Amanda) adubadas com biofertilizante de suíno em condições de campo, no período de abril a novembro de 2010.

De acordo com Oliveira et al. (2016), existe uma quantidade máxima de nutrientes que são absorvidos pelas plantas, principalmente o pimentão, de forma que a aplicação demasiada de fertilizantes, em alguns casos, não promove resultados satisfatórios. Assim, pode-se dizer que a adubação orgânica é uma alternativa viável e que traz rentabilidade para pequenos e médios produtores, porém é imprescindível atentar para a reposição hídrica e nutricional em consonância com as características do solo e as necessidades da cultura, no ambiente protegido, durante todo o período de cultivo.

4.4 Conclusão

- A menor porcentagem de adubação (25% de esterco caprino) foi a que proporcionou maior produtividade e peso médio dos frutos, bem como maior percentual de frutos classes III, IV e subclasse II.
- A lâmina de irrigação 110% de ETc foi a que proporcionou frutos com maior comprimento e diâmetro médio dos frutos.
- Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se dizer que o esterco caprino é uma alternativa viável para a produção orgânica em Juazeiro, região Norte da Bahia, quando associada a lâmina de 110% de ETc em ambiente protegido, coberto e fechado nas laterais com tela Chromatinet difusora de luz, cinza 40% de sombreamento.

4.5 Referências

Araújo, J. S.; Andrade, A. P.; Ramalho, C. I.; Azevedo, C. A. V. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.113, n. 2, p.152-157, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000200007>

Araújo, E. N.; Oliveira, A. P.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Brito, N. M.; Neves, C. M. L.; Silva, É. É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.466-470, 2007. DOI: [10.1590/S1415-43662007000500003](https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000500003)

Carvalho, J.A; Rezende, F.C.; Aquino, R.F.; Freitas, W.A; Oliveira, E.C. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.6, p. 569-580, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000600005>

Carvalho, P. H. M. S.; Silva, J. S.; Silva, R. R.; Costa, W. R.S.; Queiroz, S.O.P.; Rocha, R.C. Produção de pimentão em ambiente protegido com água residuária. **Revista verde**, v. 14, n. 3, p.359-35, 2019. DOI: [10.18378/rvads.v14i3.6097](https://doi.org/10.18378/rvads.v14i3.6097)

Charlo, H. C. O.; Oliveira, S. F.; Castoldi, R.; Vargas, P. F.; Braz, L. T.; Barbosa, J. C. Growth analysis of sweet pepper cultivated in coconut fiber in a greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n.3, p. 316-323, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000300010>

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

Freitas, M. do S. C.; Araújo, C. A. de S.; Silva, D. J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido De Visu**, v. 2, n.1, p.150-161, 2012. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/928448/1/Davi2012.pdf>

Figueiredo, P. G.; Tanamati, F. Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.3, p. 01 - 04, 2010. <https://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/298/298>

Hachmann, T. L.; Dalastro, G. M.; Echer, M. de M.; Lozano, C. S.; Rezende, R. Características produtivas de duas cultivares de pimentão em substratos alternativos. **Revista Cultura Agrônômica**, v.26, n.4, p.502-513, 2017. <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2017v26n4p502-513>

Lima, E.M.C.; Matioli, W.; Thebaldi, M. S.; Rezende, F. C.; Faria, M. A. Produção de pimentão cultivado em ambiente protegido e submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Agrotecnologia**, v.3, n.1, p. 40-56, 2012. DOI: [10.12971/2179-5959.v03n01a04](https://doi.org/10.12971/2179-5959.v03n01a04)

Oliveira, F. A.; Duarte, S. N.; Medeiros, J. F.; Oliveira, M. K. T.; Silva, R. C. P.; Souza, M. S. Eficiência da fertirrigação nitrogenada e potássica na produção de pimentão cultivado em ambiente protegido. **Revista de Ciências Agrárias**, v.59, n.3, p. 293-301, 2016. DOI: [10.4322/rca.2560](https://doi.org/10.4322/rca.2560)

Rinaldi, M. M.; Sandri, D.; Ribeiro, M. O.; Amaral, A. G. Características físico-químicas e nutricionais de pimentão produzido em campo e hidroponia. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p. 558-563, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300009>.

Santos, E. S.; França e Silva, Ê. F. D.; Montenegro, A. A.A.; Souza, E. S.; Souza, R. M. S.; Silva, J. R. I. Produtividade do pimentão sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio em região semiárida. **Irriga**, v.23, n.3, p. 518-534, 2018. <http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2459>

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. **Programa brasileiro para a modernização da horticultura – Norma de classificação do pimentão**. São Paulo, 2020.

Sediyama, M. A. N.; Vidigal, S. M.; Santos, M. R.; Salgado, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.3, p.294-299, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000300006>

Sediyama, M.A. N.; Santos, M. R.; Vidigal, S. M.; Pinto, C. L. O.; Jacob, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.588–594, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000600004>

Trecha, C. O.; Lovatto, P. B.; Mauch, C. R. Entraves do cultivo convencional e as potencialidades do cultivo orgânico do pimentão no Brasil. **Revista Thema**, v.14, n.3, p. 291-302, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.291-302.458>