

DEMANDA HÍDRICA E ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CULTIVO PROTEGIDO DE PIMENTÃO NA REGIÃO NORTE DA BAHIA

RUANNA MATOS ALMEIDA SOUZA¹; MÁRIO DE MIRANDA VILAS BOAS RAMOS LEITÃO²; GERTRUDES MACÁRIO DE OLIVEIRA³; EMERSON DAMASCENO DE OLIVEIRA⁴ E LEONARDO TORRES CORREIA⁵

¹ Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Av. Antônio C. Magalhães, 510, Country Club, Juazeiro - BA, CEP: 48902-300, ruanna.matos@outlook.com

² Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Av. Antônio C. Magalhães, 510, Country Club, Juazeiro - BA, CEP: 48902-300, mario.miranda@univasf.edu.br

³ Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Av. R. Edgar Chastinet, s/n - São Geraldo, Juazeiro - BA, CEP: 48900-000, gemoliveira@uneb.br

⁴ Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Av. Antônio C. Magalhães, 510, Country Club, Juazeiro - BA, CEP: 48902-300, emerson.oliveira@univasf.edu.br

⁵ Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Av. Antônio C. Magalhães, 510, Country Club, Juazeiro - BA, CEP: 48902-300, leonardo.torrescorreia@hotmail.com

1 RESUMO

Objetivou-se determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c), o coeficiente de cultivo e a eficiência do uso da água para produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.) cultivado sob dois compostos de solo em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em Juazeiro-BA, no período de junho a outubro de 2019. O pimentão foi cultivado em vasos, o delineamento foi blocos casualizados, parcelas subdivididas, utilizou-se quatro lâminas de irrigação (95, 100, 105 e 110% de ET_c) e dois níveis de adubação do solo: A1 (25 % de esterco e 75% de solo) e A2 (40 % de esterco e 60% de solo), os quais tiveram como base estudos desenvolvidos por Santana (2019). A ET_c foi determinada através de dois conjuntos de lisímetros de lençol freático constante e o coeficiente de cultivo foi determinado a partir da ET_c e da evapotranspiração de referência. A demanda hídrica total da cultura para o nível de adubação A1 foi de 527,3 mm e para o A2 foi de 395,7 mm. Os coeficientes de cultivo máximos e mínimos foram respectivamente 0,78 e 0,23 para A2; 1,02 e 0,34 para A1. O nível A1 de adubação apresentou maior produtividade e satisfatória conversão de água em massa fresca do fruto.

Palavras-chave: evapotranspiração, irrigação, coeficiente de cultivo.

MATOS, R.M.A; LEITÃO, M. DE M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M. DE; OLIVEIRA, E. D. DE; CORREIA, L. T.

WATER DEMAND AND ORGANIC FERTILIZATION IN PROTECTED PIMENTÃO CULTIVATION IN THE NORTH REGION OF BAHIA

2 ABSTRACT

The objective was to determine crop evapotranspiration (ET_c), crop coefficient and water use efficiency for the production of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivated under two soil compounds in a protected environment. The experiment was conducted in Juazeiro-BA, from June to October 2019. The pepper was grown in pots, the design was randomized blocks, split plots, four irrigation depths were used (95, 100, 105 and 110% of ET_c) and two levels of soil fertilization: A1 (25% manure and 75% soil) and A2 (40% manure and 60% soil), which were based on studies developed by Santana (2019). ET_c was determined using two sets of constant water table lysimeters and the crop coefficient was determined from ET_c and reference evapotranspiration. The total water demand of the crop for the A1 fertilization level was 527.3 mm and for that A2 was 395.7 mm. The maximum and minimum crop coefficients were respectively 0.78 and 0.23 for A2; 1.02 and 0.34 for A1. The A1 level of fertilization showed higher productivity and satisfactory conversion of water into fresh fruit mass.

Keywords: evapotranspiration, irrigation, crop coefficient.

3 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 na região torna-se limitada, principalmente, nas estações primavera-verão, caracterizadas por alta incidência de radiação solar, 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 amenizam 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, beneficiando o desenvolvimento das plantas e proporcionando redução das perdas de água por evaporação e evapotranspiração (ARAQUAM, 2013).

Segundo Albuquerque et al. (2012b), 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, fator importante em regiões que têm escassez hídrica, promovendo 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; YUSOP; ASKARI, 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., 2012a). Atualmente, existe uma lista desenvolvida por Allen et al. (1998), contendo diversos coeficientes de cultivo. Porém, segundo Muniandy; Yusop; Askari (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 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.

4 MATERIAL E MÉTODOS

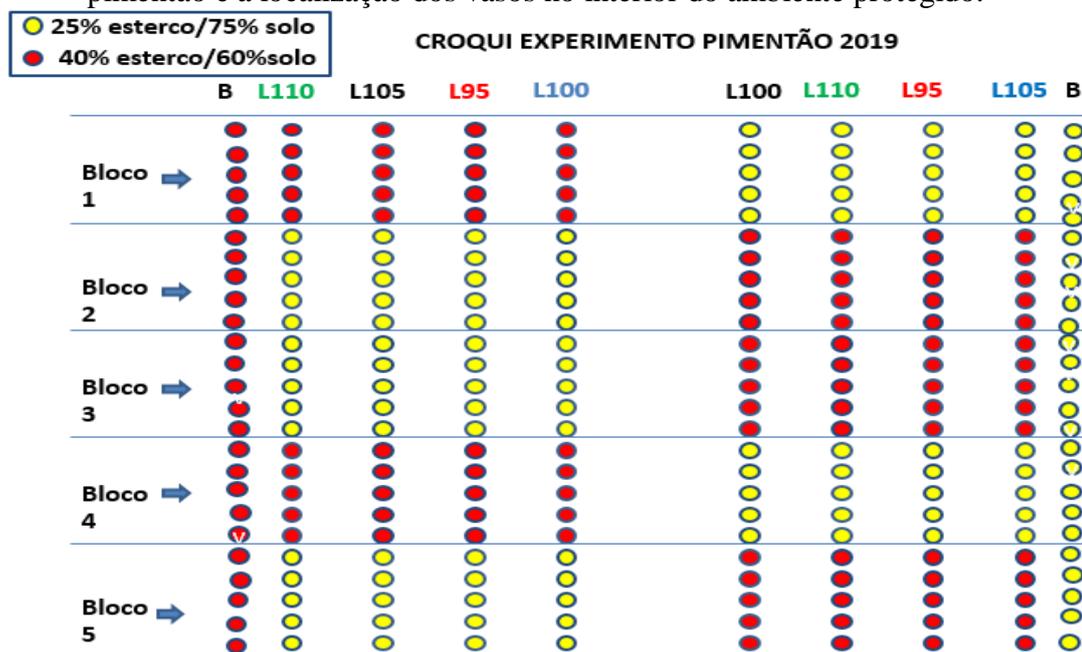
Esse artigo foi extraído da dissertação intitulada como “Demanda hídrica e aspectos produtivos do pimentão submetido a diferentes níveis de adubação orgânica e lâminas de irrigação em cultivo protegido”. O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro-BA ($09^{\circ} 24' 42''$ S, $40^{\circ} 29' 55''$ W e altitude de 368m), no período de junho a outubro de 2019.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geige (ALVARES et al., 2014), Juazeiro está em uma região que apresenta o clima do tipo BSw'h' semiárido, caracterizado por apresentar elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, com estação seca entre os meses de maio a outubro e estação chuvosa entre os meses de novembro a abril.

A estrutura utilizada foi um ambiente protegido com as seguintes dimensões: 18 m de largura, 24 m comprimento e pé direito de 3 m. A qual é coberta e fechada nas laterais com tela Chromatinet difusora de luz (Polysack Plastic Industries®), de cor cinza, com 40% de sombreamento. Utilizou-se 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 se deu em blocos casualizados (DBC), parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por quatro lâminas de irrigação, distribuídas aleatoriamente (95%; 100%; 105% e 110% da ET_c) e as subparcelas, por duas proporções de adubação, sendo A1 25% de esterco caprino com 75% de solo e A2, 40% de esterco caprino com 60% de solo, cinco repetições, baseados em estudos desenvolvidos por Santana (2019) (Figura 1). A bordadura compreendeu uma área de 25 m^2 .

Figura 1. Croqui da área útil (100 m²) 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; $Ca^{2+} = 22,8$ cmol_c dm⁻³; $Mg^{2+} = 2,2$ 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 sementeira, 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 armazenamento de água foi instalado na área

experimental, 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 (um para cada nível de adubação), cada um constituído por cinco repetições (vasos), os quais foram interligados, formando um sistema de vasos comunicantes (Figura 2). As leituras de ET_c foram realizadas diariamente 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 diariamente pela diferença da leitura do consumo direto de água observado no período de 24h, para cada conjunto de lisímetro (nível de adubação: A1 e A2), determinou-se a lâmina bruta para irrigação localizada, através da Equação 1:

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

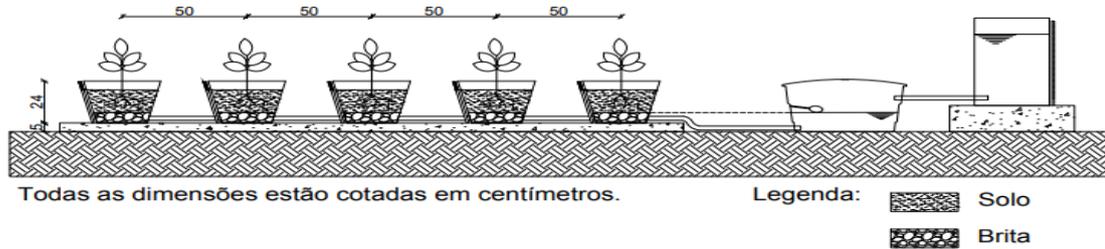
Em que:
 L_b = Lâmina bruta (L)
 E_i = eficiência de irrigação.

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

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

Visando evitar efeitos advectivos, os lisímetros foram instalados no centro da área

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



A evapotranspiração de referência (ET_o) foi determinada pela Equação 3, Penman-Monteith (ALLEN, 1998) com base nos dados obtidos em uma estação meteorológica automática localizada ao lado da área experimental, instalada em conformidade com as normas estabelecidas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Dentro do ambiente protegido, foram instalados, em dois pontos centrais, sensores ligados a um datalogger modelo Campbell Scientific CR1000, os quais foram

programados 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 média, máxima e mínima, bem como os componentes do balanço de radiação: radiação solar global, radiação solar refletida, radiação emitida pela atmosfera, radiação emitida pela superfície e radiação líquida.

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

Onde:
 ET_o - evapotranspiração de referência, $mm\ d^{-1}$;
 s - inclinação da curva de pressão do vapor de água, $kPa\ ^\circ C^{-1}$;

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, $kPa\ ^\circ C^{-1}$;

Tmed - temperatura média diária do ar, °C;

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

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

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

Os coeficientes de cultura (Kc), para cada estágio fenológico, foram determinados pela razão entre a evapotranspiração da cultura (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo), 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. Para cada parcela, as plantas foram separadas segundo o nível de adubação e nas subparcelas, os frutos foram identificados, colocados em sacos plásticos previamente identificados e

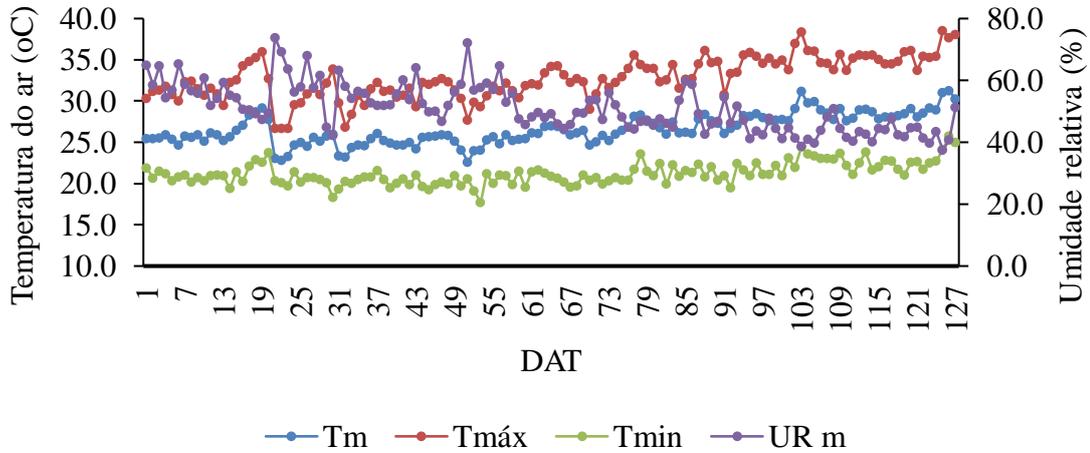
posteriormente pesados em uma balança com precisão de 0,005 g. A produtividade total média (t ha⁻¹) para cada lâmina (95%; 100%; 105% e 110% de ETc), foi determinada somando-se o peso dos frutos frescos por planta para cada nível de adubação, fazendo-se a média das repetições.

A Eficiência do Uso da Água (EUA) foi determinada conforme metodologia descrita por Souza et al. (2011), ou seja, pela relação entre a produção total por planta (Kg) e os respectivos volumes de água aplicados (m³). A contribuição da precipitação durante o experimento foi insignificante, visto que, 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).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 observa-se para o período de estudo, o comportamento da temperatura média, máxima, mínima e da umidade relativa do ar no ambiente protegido. Nota-se que os valores de temperatura média (Tm) situaram-se em torno de 25 °C, com amplitude térmica máxima de 13 °C e mínima de 7°C.

Gráfico 1. Variação das temperaturas: média (Tm), máxima (Tmáx), mínima (Tmin) e da umidade relativa do ar (URm) em casa de vegetação totalmente protegida.



Tomando como base esses resultados de temperatura 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. Também 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.

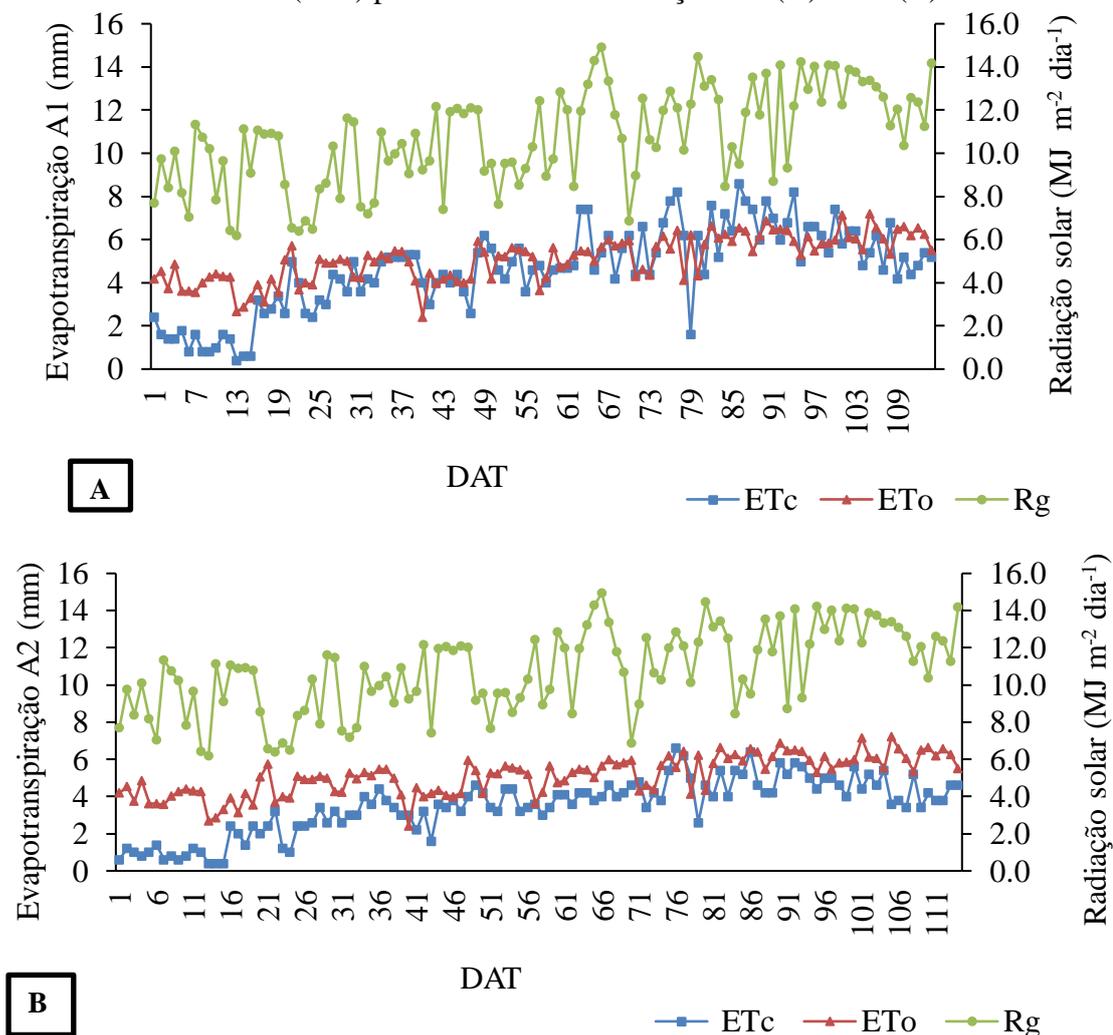
Também, percebe-se no Gráfico 1 que a umidade relativa do ar variou entre 40 e 70% e que houve diminuição da mesma a partir dos 88 DAT, até o final do ciclo. Marouelli e Silva (2012) afirmam que condições de temperaturas médias em torno de 30 °C, associada à umidade relativa do ar próxima a 90% são ideais para o desenvolvimento e qualidade dos frutos, principalmente no que tange as características de coloração e valor nutricional. Porém, o cultivo do pimentão na região em estudo, em ambiente a céu aberto

pode sofrer restrição, devido as elevadas temperaturas e baixa umidade do ar, principalmente durante as estações da primavera e verão.

Observou-se que, no período entre 90 e 127 DAT, houve aborto de flores e formação de frutos de menor valor comercial nos dois tratamentos. Este fato pode ter ocorrido em razão da combinação de baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas. Conforme Silva; Escobedo; Galvani (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 (Gráfico 2). 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.

Gráfico 2. 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 ET_c constantes no Gráfico 2, percebe-se que no transcorrer do ciclo da cultura, o consumo hídrico para ambos os tratamentos (A1 e A2) foi maior durante o estágio fenológico de frutificação (ou seja, a partir do 30 DAT), o qual representou 80% da demanda hídrica total. Ainda no Gráfico 2, verifica-se que a partir de 87 DAT, apesar da diminuição da umidade relativa do ar (Gráfico 1), o que em tese representa uma maior demanda hídrica da atmosfera, ET_o e ET_c foram menores. Essa situação mostra que em média como houve menor incidência de radiação solar, 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. Situação oposta foi observada por Lorenzoni et al. (2019) estudando a evapotranspiração do pimentão, híbrido Magali R., em estufa (onde umidade relativa do ar é mais elevada), em Maringá-PR, no período de maio a setembro de 2015, os quais observaram aumento de ET_c em dias de maior incidência de 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, ou seja, devido a maior proporção de matéria orgânica (esterco caprino) no conteúdo do solo.

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, observaram valores obtidos em

lisímetros de drenagem: acumulado de 101,5 mm e média diária de 0,81 mm. No entanto, em contrapartida, medidas de evaporação efetuadas em evaporímetro de Piche, dentro de estufa, foram extremamente divergentes: acumulado de 353,8 mm e média diária de 2,8 mm. No entanto, 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.

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. Porém, considerando os fatores isolados, verificou-se efeito significativo apenas para o fator adubação (Tabela 1).

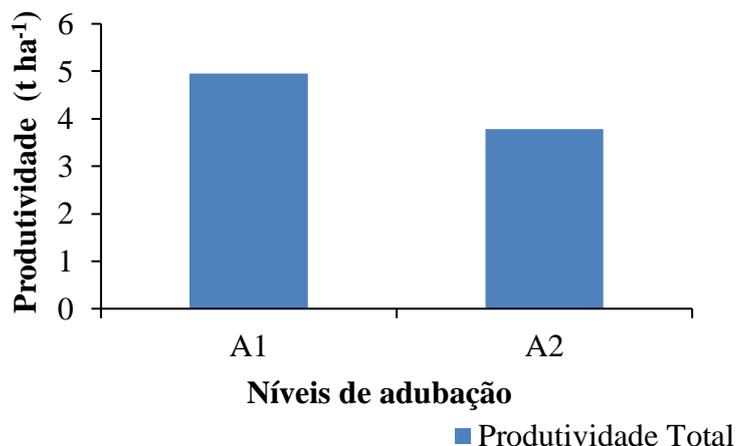
Tabela 1. Resumo da Análise de Variância (valores de F) para produtividade (PT) e Eficiência do Uso da Água (EUA) sob cultivo de pimentão, em Juazeiro, BA.

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 (Gráfico 3). Esses resultados indicam que a menor proporção de adubação de esterco caprino (A1) usada, independentemente da lâmina aplicada, apresentou rendimento superior ao

tratamento com a maior proporção de adubação (A2). Entretanto, como só foi realizada análise química do solo e não da mistura esterco solo, para os níveis de adubação (A1 e A2), não se pode descartar a possibilidade de toxidade por micronutriente e consequente queda de produção para A2.

Gráfico 3. 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 indica uma produtividade 17% maior do que a obtida no presente estudo para o tratamento A1 (4,95 t ha⁻¹), isso pode ocorrer em função da cultivar, disponibilidade e qualidade de radiação solar e condições microclimáticas mais adequadas no ambiente protegido, entre outros fatores.

Pires et al. (2010), cultivando o pimentão (híbrido Margarita) entre maio e outubro de 2008, também em Juazeiro-BA, obtiveram uma produtividade de 9,44 t ha⁻¹. Embora, os autores tenham utilizado adubação orgânica de esterco caprino e cobertura de sombrite de 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.

Constata-se na Tabela 2, maior volume de água aplicado para o tratamento com menor proporção de adubação de esterco caprino. A menor proporção de adubação, pode ter gerado maior aquecimento do solo e conseqüentemente maior evaporação em A1. Por outro lado, é possível que a maior proporção de matéria orgânica tenha promovido uma maior agregação do solo e conseqüentemente maior retenção de água pelo solo em A2.

Cardozo et al. (2016) estudando o efeito da adubação orgânica na produção de pimentão em ambiente protegido, também notou que a mesma foi viável, visto que a produtividade média do pimentão foi similar àquela obtida com o uso da adubação mineral. Além disso observou que os melhores resultados foram associados a reposição total de água no solo.

Tabela 2. Volume total de água (m³) aplicado para cada percentual de ETc, durante o ciclo do pimentão, correspondente aos diferentes percentuais de ETc.

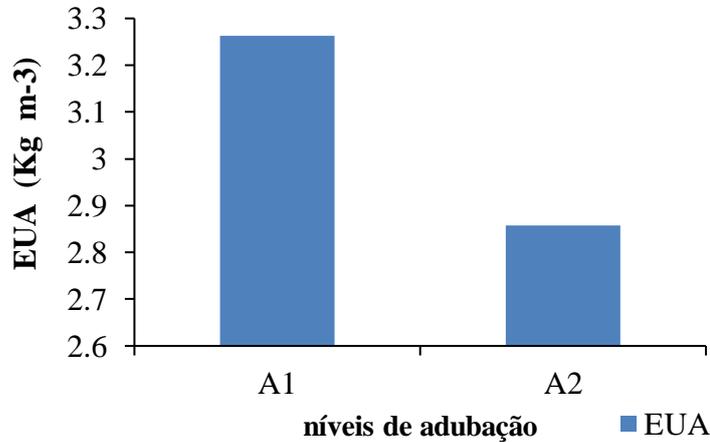
	95% de ETc	100% de ETc	105% de ETc	110% de ETc
A1 (25%)	0,070	0,074	0,078	0,082
A2 (40%)	0,061	0,065	0,068	0,071

No Gráfico 4 observa-se que A1 apresentou maior índice de eficiência do uso da água (EUA) e que o valor máximo foi

observado para a lâmina de 95% de ETc (3,45 Kg m⁻³), enquanto o valor mínimo foi

observado para A2, na lâmina de 105 % de ETc (2,59 Kg m⁻³).

Gráfico 4. Eficiência do uso da água (EUA) para produção de pimentão cultivado sob condição de diferentes lâminas de irrigação e dois níveis de adubação.



Os resultados obtidos neste estudo relativos a Eficiência do uso da água (EUA) foram superiores ao valor de 1,5 Kg m⁻³ 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 minilímetros de pesagem para

determinar a melhor lâmina de irrigação. Com base nos dados de evapotranspiração da cultura (ETc) e de referência (ETo) (Gráfico 2), foram obtidos, para cada fase de desenvolvimento do pimentão, os valores médios do coeficiente de cultivo (Kc), os quais são 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, para ambiente protegido, como era esperado, 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 podem ser consideradas normais, tendo em vista que no ambiente a céu aberto, às condições climáticas: alta incidência de radiação solar global, temperaturas mais elevadas e maior velocidade do vento, contribuem para maior transferência de água

de superfícies vegetadas para a atmosfera, pelo processo de evapotranspiração, consequentemente os coeficientes de cultura são maiores em comparação com aqueles de ambientes cobertos e fechados nas laterais, os quais proporcionam aos cultivos menor incidência de radiação solar global, temperaturas menos elevadas e menor velocidade do vento.

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 ambientes protegido, como uma estufa, principalmente a umidade relativa geralmente elevada, contribui para uma redução da evapotranspiração, porém em contrapartida, as condições térmicas devido a elevação da temperatura tanto no período diurno como período noturno exerce o efeito oposto, ou seja, contribui para ocorrência de uma maior evapotranspiração.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o tratamento com menor percentual de adubação de esterco caprino (A1), independentemente da lâmina aplicada, contribuiu positivamente para o incremento da produtividade e da eficiência do uso da água.

Sugere-se para as próximas pesquisas, a realização da análise da composição esterco/solo, a fim de se conhecer as características nutricionais deste composto, visando ter-se discussões mais embasadas sobre a possibilidade de maiores proporções de esterco poder provocar toxicidade por excesso de micronutrientes e consequentemente contribuir para a queda de produtividade.

7 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, 2012a.
- 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, 2012b.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- 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, MG, v. 26, n. 2, p. 3122-3125, 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. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, BA, 2013.

CARDOZO, M. T. D.; GALBIATTI, J. A.; SANTANA, M. J.; CAETANO, M. C. T.; CARRASCHI, S. P.; NOBILE, F. Pimentão (*Capsicum annuum*) fertilizado com composto orgânico e irrigado com diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 673-684, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GORDIN, L. C. **Manejos e frequências de irrigação para a cultura do pimentão Rubia R. em ambiente protegido**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2018.

LIU, H.; LI, H.; NING, H.; ZHANG, X.; LI, S.; PANG, J.; GUANGSHUAI, W.; SUN, J. 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**, Campina Grande, PB, v. 23, n. 10, p. 741-746, 2019.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura do pimentão**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 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, DF, v. 28, n. 2, p. 268-272, 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.

SANTANA, C de S. **Atributos produtivos do pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes percentuais de ETc em Juazeiro-BA**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, BA, 2019.

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.

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.