

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA (EUA), NA CULTURA DA PIMENTA MALAGUETA (*Capsicum frutescens* L.)

Rony de Holanda Costa¹, Samuel Barbosa Távares do Santos², Marcelo Rodrigues Barbosa Júnior³, Thaís Rayane Gomes da Silva⁴, Daniella Pereira Santos⁵,
Márcio Aurélio Lins Santos⁶

RESUMO: Objetivou-se no presente estudo determinar a Eficiência do Uso da Água (EUA) através da mensuração das taxas fotossintética e transpiratória pelo equipamento IRGA Li-6400XT, em função de diferentes níveis de irrigação pela ETc lisimétrica, em experimento desenvolvido na área experimental do GRUPO IRRIGA, da UFAL, *Campus* de Arapiraca, com delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, num esquema fatorial de sete tratamentos (50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175% e 200% da Evapotranspiração da cultura (ETc)). A melhor eficiência da lâmina total de 928,18 mm, conjunta com as taxas fotossintéticas e transpiratórias correspondentes ao tratamento de 100% da evapotranspiração da cultura determinada através de lisímetros de drenagem, gerando a eficiência do uso da água (EUA) segundo os parâmetros analisados pelo IRGA. Assim, a atribuição de maior eficiência do uso da água foi para a lâmina de irrigação correspondente a 100% da ETc, sob a condição de 13,26 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ da Taxa fotossintética (A), e 3,79 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ da taxa transpiratória (E), resultado na razão entre os dois fatores, sendo EUA 3,50 ($(\mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1})$) efetivamente.

PALAVRAS-CHAVE: lisimetria, evapotranspiração, lâminas de irrigação.

EFFICIENCY OF WATER USE (WUE) IN CULTURE CHILI (*Capsicum frutescens* L.)

ABSTRACT: The objective in the present study to determine the water use efficiency (WUE) through the measurement of photosynthetic and transpiration rates by IRGA Li- 6400XT

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestrando PPGAA, UFAL, *Campus* de Arapiraca, Arapiraca, AL, Brasil. e-mail: ronyhag@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, UFAL, *Campus* de Arapiraca, Arapiraca, AL, Brasil.

³ Engenheiro Agrônomo, UFAL, *Campus* de Arapiraca, Arapiraca, AL, Brasil.

⁴ Engenheiro Agrônomo, UFAL, *Campus* de Arapiraca, Arapiraca, AL, Brasil.

⁵ Doutora em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE, Brasil.

⁶ Professor Associado, Doutor em Irrigação e Drenagem, *Campus* de Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL, Brasil.

equipment, according to different levels of irrigation by ET_c lysimetric, in an experiment conducted in an experimental area of the group IRRIGA, *Campus* of Arapiraca of the Federal University of Alagoas (FUAL), with a randomized block design with four replications, in a factorial arrangement of seven treatments (50 %, 75 %, 100 % , 125 %, 150 % , 175% and 200 % of crop evapotranspiration (E_c)). The best efficiency of the total blade 928.18 mm, together with the photosynthetic and transpiration fees for the processing of 100% of evapotranspiration determined by drainage lysimeters culture, generating efficiency of water use (WUE) according to the parameters analyzed by IRGA. . Thus, assigning more efficient use of water is for the blade corresponding to 100% of irrigation E_c, under the condition CO₂ 13.26 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ photosynthetic rate (A) and 3.79 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ transpiration rate (E), resulting in the ratio between the two factors, and US 3.50 ($(\mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^1)$) effectively.

KEYWORDS: lysimeter, evapotranspiration, irrigation water

INTRODUÇÃO

A pimenta pertence à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum*, cujo gênero torna-se distinto dos demais devido um elevado nível de pungência, característica essa comum nos pimentões, pimentas doces, e pimentas picantes, diferente das pimentas do gênero *Piper*. A pungência dos frutos da pimenta é ocasionada por uma concentração em cerca de 90% dos principais pungentes capsaicina e seus análogos capsaicinóides (EMBRAPA, 2008).

A escassez hídrica limita a produção agrícola, inibindo a ótima expressão do potencial genético e produtivo das culturas, tornando-se necessário o manejo adequado da irrigação, conferindo condições mais próximas possíveis do ideal para atender a demanda evapotranspirativa das culturas.

A Evapotranspiração da cultura (ET_c) pode ser determinada através do produto da ET_o com o K_c, podendo, ainda, ser determinada através de lisimetria (lisímetros de drenagem, de pesagem e de lençol freático constante).

As variáveis fisiológicas permitem uma análise criteriosa do comportamento da planta a um tratamento dado, uma vez que, as condições experimentais influenciam diretamente na produção da cultura, sendo o conjunto de fatores determinantes da fotossíntese à planta. Taxas fotossintéticas e transpiratórias possibilitam conhecer a qual tratamento a planta melhor respondeu. Assim, os processos fotossintéticos assumem fundamental importância na

evolução das variáveis que compõem os ecossistemas, servindo como esteio para a produção vegetal. A fotossíntese resulta em dois produtos que são de forma igualitárias fundamentais, são eles, Oxigênio e Carbono.

Neste contexto, objetivou-se no presente estudo determinar a Eficiência do Uso da Água (EUA) através da mensuração das taxas fotossintética e transpiratória pelo equipamento

IRGA Li-6400XT, em função de diferentes níveis de irrigação pela ETc lisimétrica, em experimento desenvolvido na área experimental do GRUPO IRRIGA, da UFAL, *Campus* de Arapiraca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 27 de março a 10 de setembro de 2015, na área experimental do Grupo de Pesquisa e Extensão em Manejo de Água para Irrigação (Grupo IRRIGA) do *Campus* de Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas, no município de Arapiraca (AL). Localizado na região Agreste, área de transição entre a Zona da Mata e o Sertão Alagoano, segundo os critérios de classificação de Koppen o clima é do tipo 'As' tropical com estação de verão seco, com coordenadas geodésicas: Latitude 09° 44' 06" S, e Longitude 36° 46' 48" W, com altitude de 325 metros. A região possui temperatura média em torno dos 25 °C em um regime pluviométrico de até 870 mm ano⁻¹, distribuídos em poucos meses durante o ano, o que dificulta a prática de muitas culturas.

O solo segundo EMBRAPA (2006) é classificado como Argiloso Vermelho Distrófico, classificação textural de areia franca, densidade volumétrica (ds) 1,44 g cm⁻³, porosidade total (P) 0,4436 m³ m⁻³, com declividade média inferior a 2%.

A área onde foram instalados os lisímetros tinha ao total 18,00 m², contando com a área de cultivo efetiva e corredores para transito nas observações diárias. Para que os lisímetros fossem implantados foi realizada a marcação da área com piquetes e escavadas três trincheiras com 0,60 x 0,60 m de largura, por 0,80 m de profundidade para acoplar as bombonas, e ligando uma à outra um sulco com largura de 0,20 m e 0,80 m de profundidade para a passagem dos tubos de PVC que serviram como drenos, uma trincheira com dimensões 1,00 x 1,00 x 1,30 m de largura, comprimento e profundidade, respectivamente, foi escavada para abrigar os coletores.

Os solos retirados na escavação da área dos lisímetros foram separados devidamente em camadas de 0,00 – 0,20 m, 0,20 – 0,40 m, 0,40 – 0,60 m, 0,60 – 0,80 m, para posterior reposição nos lisímetros na ordem inversa a de retirada.

As tubulações de cada lisímetro foram posicionadas de modo a favorecer a drenagem da água, sendo estabelecido um desnível de 0,10 m em relação à base inferior de cada lisímetro, para verificar o ponto de declividade de cada tubo, foi utilizado um medidor de nível, ao mesmo tempo em que os lisímetros eram acoplados ao solo, também foi realizada a medição da altura entre as bombonas, a fim de estabelecer um padrão, sendo utilizada para este fim uma linha de nível, graduando as bordas superiores de cada lisímetro, garantindo a permanência de forma igualitária do mesmo nível em relação à superfície do solo.

A base de cada bombona com capacidade volumétrica de 100 L foi perfurada e acoplada um flange, para a conexão com um joelho de 25 mm, no qual foi conectado um tubo de PVC com diâmetro de 25 mm. Os joelhos foram colados aos encaixes dos flanges e posicionados devidamente na mesma trajetória dos drenos. O procedimento foi padrão para todos os lisímetros, foi aplicada na parte interna da base de cada bombona uma cola a base de silicone, vedando o lado interno do flange para que não houvesse o vazamento de água.

No fundo de cada lisímetro foi espalhada uma tela de nylon antes de repor o solo, visando impedir a passagem de sedimentos que viessem a interferir no fluxo dos drenos, em seguida uma camada de 0,05 m de brita fina, seguida de uma camada de mesma espessura de areia fina.

Foi feito um sistema autocompensante de água, ligando o sistema de abastecimento de água dos lisímetros à tubulação proveniente de um reservatório externo. Os cinco reservatórios foram perfurados e neles acoplados flanges, para a conexão de mangueiras segas de 16 mm, na tampa de três reservatórios foram instalados recipientes cilíndricos com capacidade para 2 L, cada um deles conjugado com um flange e colado com cola à base de silicone, evitando o vazamento da água.

Após o processo de construção e instalação dos lisímetros de drenagem, foi realizado o transplantio nos lisímetros e na área de cultivo convencional. As mudas de pimenteira foram transplantadas em covas com 0,5 m de densidade, espaçadas 1,0 m entre linhas de plantio. Ficando cada lisímetro a uma distância de 1,0 m entre si, localizados na fileira de plantas centrais, uma fileira de sete plântulas de cada lado como efeito de bordadura.

Foram adotadas mudas de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.), com 65 dias de semente em bandeja de polietileno com 200 células, sendo adquiridas em viveiro comercial de mudas hortícolas, do município de Arapiraca - AL.

A área de estudo dos lisímetros foi formada por um stand de 21 plântulas transplantadas, sendo as três correspondentes aos lisímetros utilizadas para fins científicos. A adubação de fundação foi realizada segundo dados da análise do solo, e obedecendo cálculos de adubação de acordo com a recomendação para Pernambuco: 2ª aproximação, sendo as doses de N, P, K calculadas com base na fontes dos nutrientes.

Foi iniciada coleta dos dados no dia seguinte após o transplântio das mudas, dia 27 de abril. A aferição diária da água coletada nos drenos dos lisímetro era realizada com o auxílio de uma proveta volumétrica graduada, sendo efetuada a cada 24 horas, estabelecendo o horário compreendido das 08:00 às 09:00 horas da manhã. Era aplicado às plantas um volume de 1,0 L por lisímetro, seguido de valores crescentes obedecendo ao desenvolvimento vegetativo da cultura.

Foi criada uma planilha de cálculo com entradas dos valores obtidos na coleta, na qual era calculada a evapotranspiração diária da cultura. Na mesma planilha continha valores de: área da superfície dos lisímetros, diâmetro da captação do pluviômetro, vazão dos gotejadores da área de cultivo convencional, diâmetro do bulbo, número de gotejadores por planta, em formulas conjugadas entre si, para efetuar as correlações entre as mesmas e obter a ETc, para posterior calculo da lamina diária.

A ETc foi obtida através do volume coletado diariamente nos drenos dos lisímetros, foi necessário colocar os solos dos lisímetros em capacidade de campo, garantindo condições igualitárias da umidade no solo para todas as plantas, e suprimindo a variação da água drenada. Foi considerada a precipitação diária estabelecida através de um pluviômetro instalado a uma distância de 5 m dos lisímetros. De acordo com Aboukhaled et al. (1982), a ETc será a média dos dados ocorridos nos intervalos de tempo entre as drenagens, que estabelece a seguinte equação (1):

$$ETc = (P + I - D)/A \quad (1)$$

Em que,

ETc – Evapotranspiração da cultura (mm);

P – Precipitação pluviométrica (L);

L – Lâmina de água aplicada por irrigação (L);

D – Água drenada do lisímetro (L);

A – Área da superfície (m²).

A determinação das trocas gasosas foi realizada no dia 13/08/2015 aos 109 DAT no início da maturação dos frutos e antes da primeira colheita, com a segunda análise em

03/09/2015 130 DAT, obedecendo à metodologia requerida para o equipamento IRGA Li-6400XT analisador de gás infravermelho, onde foi feita de início uma calibragem para obtenção da curva de luz, para determinar a faixa de comprimento de onda na qual a planta melhor irá responder aos estímulos da câmara de lede.

Posteriormente a calibragem as análises foram iniciadas respeitando o horário descrito na metodologia do equipamento, sendo ideal das 10:00 h às 14:00 h, visando aproveitar neste intervalo de tempo as faixas de radiação e umidade relativa do ar mais adequada para se realizar as leituras.

Foram realizadas leituras nas três plantas centrais de cada parcela, de modo a respeitar as bordaduras, ao final das análises obteve-se o total de 84 plantas avaliadas. Dentre as muitas variáveis disponíveis as utilizadas para realizar a Eficiência do Uso da Água (EUA ou WUE) foram a Taxa fotossintética (A), e Taxa Transpiratória (E). A EUA é resultado da relação entre a Taxa fotossintética (A), e Taxa Transpiratória (E). Onde, $WUE = A/E$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão dispostos os valores mínimos da evapotranspiração da cultura (ETc) com valores máximos equivalentes a 11,00 mm, a média observada foi de 5,95 mm d⁻¹, ocorrendo um consumo total das plantas cultivadas nos lisímetro de 821,13 mm, no período de condução do experimento de 27/04/2015 até o término das coletas dos volumes drenados no dia 10/09/2015.

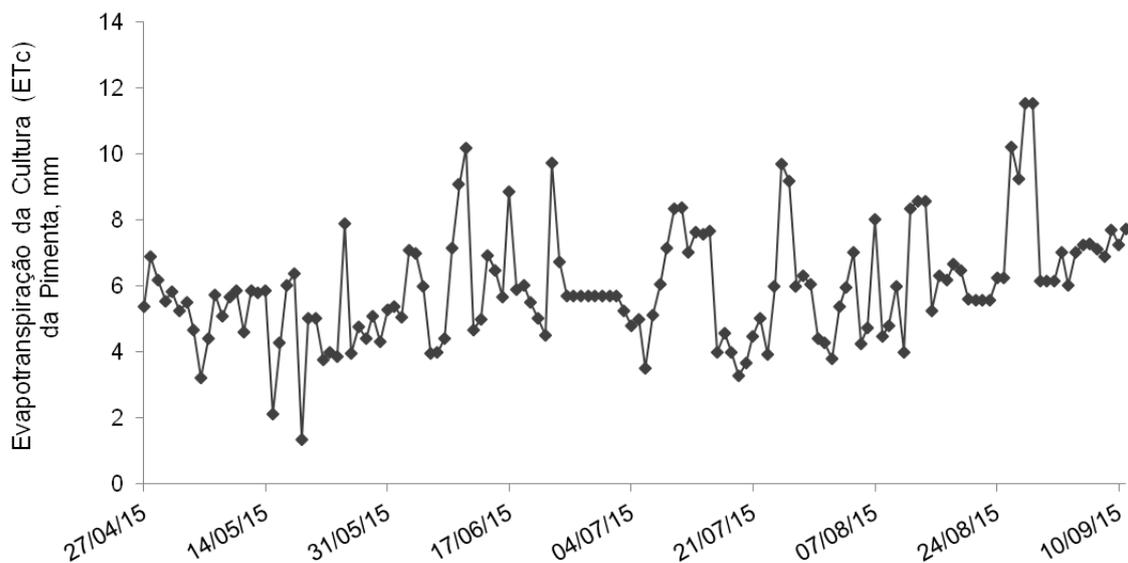


Figura 1. Evapotranspiração da Cultura da Pimenta (ETc), obtido através da lisimetria de drenagem para os 135 DAT.

A manutenção da camada limítrofe é influenciada pelo tamanho da folha e sua arquitetura, o arrastamento é ocasionado pelo vento, tal evento está diretamente relacionado à perda de calor sensível pelas folhas, como consequência disso, a planta necessita de um volume maior de água para manter seu balanço hídrico, Taiz & Zeiger (2013), fato evidenciado no gráfico da ETc da cultura da pimenta, onde a ETc média foi de 5,95 mm d⁻¹, e a máxima de 11,55 mm d⁻¹, fato justificado por fatores já descritos anteriormente, como: temperatura do ar, radiação, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

Os valores observados para WUE (figura 2), comprovam a superioridade do tratamento com maior produtividade, mesmo sendo sua WUE menor que as suas anteriores, sendo compensada com um maior rendimento efetivo do peso dos frutos.

A partir da razão entre o peso total dos frutos por lâmina e o volume total de cada lâmina é possível calcular a eficiência do uso da água (WUE), a partir desta relação se tem o aproveitamento de cada volume de água aplicado em relação a cada grama de fruto produzido.

O melhor valor para WUE foi a lâmina de 50% com uma eficiência de 5,86 kg mm⁻¹ ha⁻¹, seguida de 4,18 kg mm⁻¹ ha⁻¹ para 75% da ETc, com a lâmina de 100% representando um valor inferior as anteriores, sendo WUE de 3,65 kg mm⁻¹ ha⁻¹, no entanto, a produtividade para 100% de reposição de água no solo foi superior, tendo um acréscimo de 803,5 kg ha⁻¹ em relação a lâmina de 50%, seguida de 519 kg ha⁻¹ quando comparada a lâmina de 75%.

Com o aumento da lâmina de irrigação a partir do tratamento de 125% nota-se a queda na produtividade e na WUE, relacionando as lâminas de maior e menor produtividade, sendo 100% e 200% respectivamente, tem-se uma perda de WUE de 2,49 kg mm⁻¹ ha⁻¹, refletindo diretamente na queda de produtividade, sendo para os mesmo tratamentos uma diferença de 1166,05 kg ha⁻¹, fato evidenciado quando se relacionam os dados de produção kg ha⁻¹ lâmina mm⁻¹ ha⁻¹, e WUE kg mm⁻¹ ha⁻¹.

A atribuição de maior eficiência do uso da água foi para a lâmina de irrigação correspondente a 100% da ETc, sob a condição de 13,26 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ da Taxa fotossintética (A), e 3,79 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ da taxa transpiratória (E), resultado na razão entre os dois fatores, sendo WUE 3,50 ((μmol CO₂ (mmol H₂O)⁻¹) efetivamente, (figura 2).

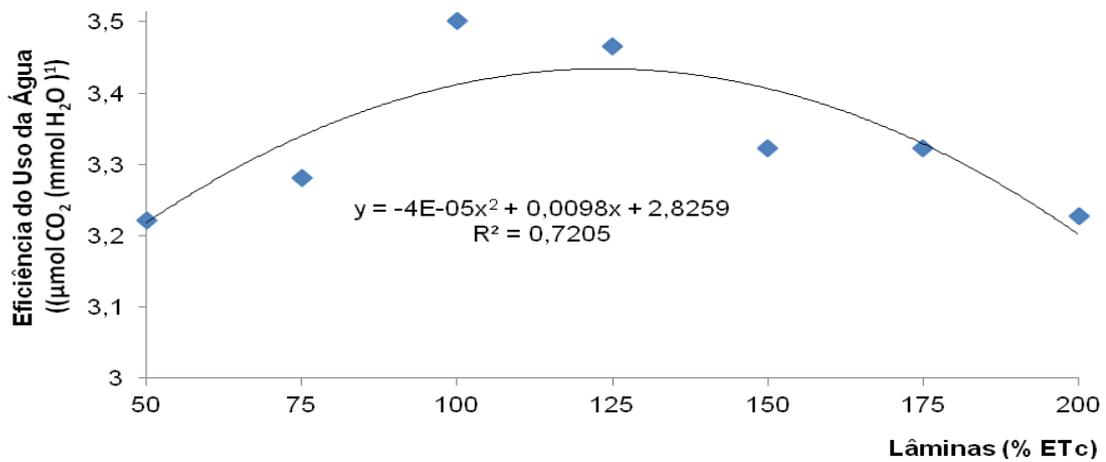


Figura 2. Eficiência do uso da água (WUE = A/E) através da taxa fotossintética (A), e taxa transpiratória (E) pelo equipamento IRGA.

Os dados demonstram a maior eficiência da água aplicada na irrigação da cultura da pimenta, sendo o tratamento de 100%, o que maior valor apresenta na relação feita entre a taxa de fotossíntese e a taxa de transpiração da cultura, definido o cálculo da eficiência das porcentagens de irrigação adotadas como parâmetros de estudos neste ensaio.

A melhor eficiência da lâmina total de 928,18 mm, conjunta com as taxas fotossintéticas e transpiratórias correspondentes ao tratamento de 100% da evapotranspiração da cultura determinada através de lisímetros de drenagem, gerando a eficiência do uso da água (WUE) segundo os parâmetros analisados pelo IRGA (tabela 1). A maior eficiência do tratamento de 100% foi evidenciada de acordo com os resultados obtidos de peso médio de frutos, produtividade, sendo a relação entre a lâmina e a produção a eficiência do uso de água (WUE (kg mm⁻¹ ha⁻¹)), e na taxa de fotossíntese em conjunto à taxa transpiratória resultando na maior eficiência da irrigação (WUE (mol CO₂ (mmol H₂O)⁻¹) para a mesma lâmina).

Tabela 1. Reposição de água no solo (% ETc), peso total dos frutos por lâmina, e eficiência do uso da água.

% ETc	PESO TOTAL (kg ha ⁻¹)	LÂMINAS APLICADAS (mm)	WUE (kg mm ⁻¹ ha ⁻¹)
50	2586,75	441,18	5,86
75	2871,25	685,33	4,18
100	3390,25	928,18	3,65
125	2927,00	1172,71	2,49
150	2259,75	1415,01	1,59
175	3291,00	1664,04	1,97
200	2224,20	1902,07	1,16

A maior eficiência para a Lâmina de 100% pode ser justificada segundo o exposto por Reichardt & Timm (2004), ao afirmarem que o fluxo hídrico deve ser mantido próximo dos limites de umidade dentro do ótimo para as plantas, sendo que aproximadamente 98% do volume de água absorvida pela planta após passar por ela perdendo-se para a atmosfera, através da transpiração, pois a maioria das plantas cultivadas sob condições de clima tropical chegam a perder mais do que seu peso em água, por dia, em condições extremas (Pimentel, 1998).

A lâmina de 200% teve a menor (WUE) fato que se deve ao descrito por Coelho et al. (2005) quando afirmam que a eficiência do uso da água pode ser aumentada quando se utiliza um volume reduzindo da lâmina máxima aplicada.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com os encontrados por Barros Júnior et al., (2004), em que constataram que ao utilizar o tratamento de 100% supera àqueles mantidos abaixo ou a tratamentos elevados da lâmina ótima no que se refere a WUE.

Pereira (2006), estudando a Avaliação do Crescimento, Necessidade Hídrica e Eficiência no Uso da Água pela Cultura do Pimentão (*Capsicum annuum* L.), sob Manejo Orgânico nos Sistemas de Plantio com Preparo do Solo e Direto – Seropédica, RJ, obteve os valores máximos para a eficiência do uso da água em função da lâmina de irrigação aplicada (EUA), de 8,5 e 10,8 kg m⁻³, para os sistemas de plantio convencional e direto, respectivamente, aos 135 e 115 DAT. Considerando a lâmina evapotranspirada no cálculo da eficiência no uso da água (EUA), foram obtidos os valores máximos de 11,0 e 13,6 kg m⁻³, para os sistemas de plantio convencional e direto, respectivamente, aos 149 e 121 DAT.

CONCLUSÕES

Através dos dados das análises realizadas com o IRGA Li-6400XT, pode-se observar maior eficiência no uso da água de irrigação com relação da produção, sendo a lâmina de 100% da ET_c lisimétrica;

O tratamento que melhor apresentou rendimento para o manejo da irrigação da pimenta foi a lâmina de 100% da ET_c lisimétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. Lysimeters. Rome: FAO, 1982. 68 p. (Irrigation and Drainage Paper, 39).
- TAIZ, L.; ZAIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- BARROS JUNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; LACERDA, R. D.; CAVALCANTI, M. L. F.; BARROS, A. D. Análise de crescimento da mamoneira submetida ao estresse hídrico. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., 2004, Campina Grande-PB. Resumos. Campina Grande-PB, 2004.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. Bahia Agrícola, v. 7, n. 1.p. 57-60, 2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Brasília: Embrapa SPI. 306p. 2006.
- EMBRAPA. Pimentas *Capsicum*. Brasília: Embrapa hortaliças, 2008.
- PEREIRA, J. B. A. Avaliação do Crescimento, Necessidade Hídrica e Eficiência no Uso da Água pela Cultura do Pimentão (*Capsicum annuum* L.), sob Manejo Orgânico nos Sistemas de Plantio com Preparo do Solo e Direto – Seropédica, RJ. Seropédica, 2006. Dissertação (Pós-graduação em Fitotecnia) – Instituto de Agronomia, UFRRJ.
- PIMENTEL, C. Metabolismos do carbono na agricultura tropical. Seropédica: EDUR, 1998. p 110-113.
- REICHARDT, K.; TIMM L.C.; Solo, Planta e Atmosfera: Conceitos, processos e aplicações. Barueri: Manole, p.323-340, 2004.