



ANDREW MORARI LORDANO

**USO DO GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL NA CULTURA DO
PIMENTÃO**

INCONFIDENTES/ MG

2017

ANDREW MORARI LORDANO

**USO DO GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL NA CULTURA DO
PIMENTÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação em Engenharia Agrônômica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Fernando Barbosa da Silva

INCONFIDENTES/ MG

2017

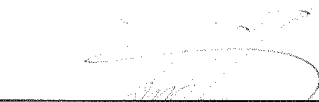
ANDREW MORARI LORDANO

**USO DO GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL NA CULTURA DO
PIMENTÃO**

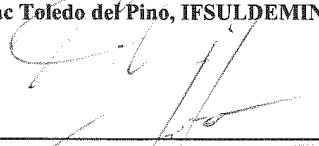
Data de aprovação: 24 de outubro 20 17



Prof. Fernando Barbosa da Silva, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes



Prof. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes



Prof. Cleiton Lourenço de Oliveira, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha irmã, que sempre foram meus maiores apoiadores.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, ao meu orientador, professor Fernando da Silva Barbosa por todo apoio na elaboração do trabalho. Agradeço também à toda equipe responsável pelo setor de horticultura da Instituição por toda ajuda durante a execução do experimento. Por último, lembro de meus colegas de sala que também colaboraram de alguma forma.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1. A CULTURA DO PIMENTÃO	2
2.2. TRATOS CULTURAIS	2
2.3. IRRIGAÇÃO	3
2.4. GOTEJAMENTO SUPERFICIAL.....	4
2.5. GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	6
3.2. CULTIVAR UTILIZADA.....	6
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	7
3.4. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	8
3.5. PREPARO DA ÁREA.....	8
3.6. DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO.....	9
3.7. TRATOS CULTURAIS	11
3.8. VARIÁVEIS AVALIADAS E ESTATÍSTICA.....	12
3.8.1. Altura de planta	12
3.8.2. Matéria seca do sistema radicular.....	13
3.8.3. Produtividade.....	13
3.8.4. Produtividade da água	14
3.8.5. Infestação de plantas invasoras.....	14
3.8.6. CUC.....	14
3.8.7. CUD.....	15
3.8.8. Estatística.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	16

4.2.	DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA	17
4.3.	VARIÁVEIS ANALISADAS	20
4.3.1.	Altura de planta	21
4.3.2.	Matéria seca do sistema radicular.....	22
4.3.3.	Produtividade e Peso Médio dos Frutos	23
4.3.4.	Produtividade da água	24
4.3.5.	CUC E CUD	24
4.3.6.	Infestação de plantas invasores e número médio de frutos por planta	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

RESUMO

O Pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das dez olerícolas de maior importância cultivadas no país. A suplementação de água por meio da irrigação, nesta cultura, é essencial para o aumento da produtividade e diminuição de riscos, influenciando na qualidade e quantidade de frutos e em outras características de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar se o gotejamento subsuperficial apresenta desempenho superior, quando implantado na cultura do pimentão, em relação ao gotejamento convencional. O experimento foi desenvolvido em uma estufa, situada no setor de horticultura da Fazenda do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Inconfidentes, durante o período de janeiro de 2017 a maio do mesmo ano. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (gotejamento subsuperficial e gotejamento superficial) e quatro repetições. Cada parcela foi constituída por 18 plantas, totalizando 144 pés de pimentão. As variáveis altura de planta, produtividade, eficiência no uso da água, peso médio de frutos e matéria seca do sistema radicular diferiram significativamente e foram superiores no tratamento com irrigação subsuperficial. Já as variáveis incidência de plantas daninhas e número médio de frutos por planta não apresentaram diferença significativa em relação à posição do tubo gotejador.

PALAVRAS-CHAVE

Irrigação. *Capsicum annuum* L.. Solanáceas. Enterrado.

ABSTRACT

Pepper (*Capsicum annuum L.*) is one of the most important vegetable crops cultivated in Brazil. Water supplementation through irrigation in this crop is essential for increasing productivity and reducing risks, influencing in the quality and quantity of fruits and other production variables. The objective of this work was to evaluate if the subsurface drip presents superior performance, when implanted in the pepper crop, compared to conventional drip. The experiment was conducted in a greenhouse, located in the horticulture sector of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Inconfidentes, during the period from January to May 2017. The experimental design was completely randomized, with two treatments (subsurface drip and surface drip) and four replications. Each plot consisted of 18 plants, totaling 144. The variables plant height, productivity, water use efficiency, average fruit weight and dry matter of the root system differed significantly and were superior in the treatment with subsurface irrigation. However, the variables weed incidence and average number of fruits per plant did not present a significant difference in relation to the position of the drip tube.

KEY WORDS

Irrigation. *Capsicum annuum L.*. Solanaceous. Subsurface

1. INTRODUÇÃO

O método de irrigação por gotejamento enterrado apresenta vantagem em relação ao gotejamento convencional, como a diminuição na mão de obra, facilidade de alguns tratos culturais, além de promover a economia de água, aspecto importante atualmente devido à escassez deste recurso.

Um problema enfrentado principalmente por pequenos produtores é a matocompetição. As plantas invasoras podem prejudicar o desenvolvimento da cultura devido à competição por água e nutrientes. Com o uso do gotejamento subsuperficial, a tendência é que a infestação de ervas daninhas seja pequena, pois o banco de sementes destas plantas, localizado na parte superficial do solo, não será abastecido com água e, conseqüentemente, a necessidade de capina e/ou aplicação de herbicidas diminuirá significativamente.

Outro ponto positivo do método de gotejamento enterrado é a fixação do sistema, ou seja, não será necessária a retirada do mesmo para instalação de uma nova cultura ou para tratos culturais como a colheita e preparo do solo para alguns casos. Desta maneira, o produtor poderá ter seu sistema de irrigação fixo por alguns anos, economizando tempo e mão de obra.

Além dos benefícios citados acima, o fornecimento subterrâneo de água pode levar à economia da mesma devido à diminuição da taxa de evaporação, aumentando a eficiência de aplicação e proporcionando ao produtor altas produtividades com a utilização de menor quantidade de água em relação a outros sistemas de irrigação.

As olerícolas são culturas suscetíveis às deficiências hídricas. A falta de água nessas espécies pode atrapalhar o crescimento e uniformidade dos frutos. Dentre essas, destaca-se o pimentão, no qual em seu cultivo, é recomendado o uso de métodos de campo que determinem, direta ou indiretamente, a necessidade de irrigação.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar se o método de irrigação por gotejamento enterrado proporciona melhores resultados, como altura de planta, produtividade, desenvolvimento do sistema radicular e menor infestação de plantas invasoras, quando implantado na cultura do pimentão, em relação ao gotejamento convencional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.A CULTURA DO PIMENTÃO

O Pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das dez hortaliças mais importantes cultivadas no Brasil. Seus frutos podem ser consumidos na forma imatura (verdes) ou madura (vermelhos ou amarelos) (SANTANA et al., 2004). É uma cultura explorada em praticamente todas as regiões do país e um dos melhores exemplos de agricultura familiar e de integração pequeno agricultor–agroindústria. Além de serem consumidos frescos, os frutos podem ser processados e utilizados em diversas linhas de produtos na indústria de alimentos. Sua produção está concentrada principalmente no estado de São Paulo, maior produtor com 8.291 hectares, produzindo 70 mil toneladas e gerando 4.543 empregos. A crescente demanda do produto no País tem ampliado seu cultivo em casa de vegetação, devido à maior segurança na produção, reduzindo perdas e conseqüentemente, aumento do rendimento e da qualidade dos frutos (CHARLO et al., 2009).

O ciclo da cultura gira em torno de cinco meses. O início da colheita se dá por volta de 100 a 110 dias após a semeadura e tem duração de 50 a 60 dias. A produtividade varia entre 35 e 40 toneladas por hectare (MATHIAS; RESENDE, 2010) e a profundidade média do sistema radicular é de 50 centímetros (ESALQ, 2004).

2.2.TRATOS CULTURAIS

Durante o ciclo da cultura devem ser realizadas várias práticas culturais, tais como irrigação, manejo de plantas invasoras, de insetos pragas e patógenos, adubação de cobertura, desbrota e tutoramento. As plantas são tutoradas tanto no sistema de cultivo protegido como em campo aberto. As hastes lenhosas da maioria dos tipos de pimentão dispensam

desbrota. Entretanto, caso apareçam brotações na haste principal abaixo da primeira bifurcação, elas podem ser retiradas (LOPES et al., 2007).

2.3.IRRIGAÇÃO

Segundo Santana et al (2004), as olerícolas são culturas bastante susceptíveis às deficiências hídricas, principalmente às grandes variações do nível de água no solo, podendo causar um crescimento reduzido e desuniforme dos frutos. Dentre essas, destaca-se o pimentão, havendo necessidade do uso de métodos de campo que determinem, direta ou indiretamente, a necessidade de irrigação.

Existem diversos métodos para determinação da necessidade de irrigação. Dentre eles, destacam-se os que levam em conta a evapotranspiração da cultura (ETc). Quantificar este parâmetro é fundamental para o adequado dimensionamento de projetos, pois representa a quantidade de água a ser repostada ao solo para manter o crescimento e a produção em condições ideais. Sua determinação pode ser dada pelo produto entre a evapotranspiração de referência (ETo) e o coeficiente da cultura (Kc), que varia de acordo com o tipo de cultura e seu estágio fenológico (MOURA et al., 2013).

O método de Camargo (1971) é um meio indireto de determinar a necessidade de irrigação para uma cultura. Este método, que calcula a evapotranspiração de referência (ETo), leva em conta a radiação solar extraterrestre, o número de dias do período analisado, a temperatura média do período analisado e um fator de ajuste que varia com a temperatura do ar média anual do local (SYPERRECK, 2006).

Segundo Garcia (2003), o desenvolvimento da agricultura, a intensidade dos cultivos, o aspecto econômico, a falta de água em algumas regiões e a escassez de mão-de-obra, requerem maior eficiência e controle nas aplicações de água. Entre os sistemas pressurizados, a irrigação localizada é o mais eficiente em questão de fornecimento de água para as plantas, o que gera economia deste recurso e, conseqüentemente, diminuição dos custos de produção.

A irrigação localizada, ou por gotejamento, é caracterizada pela aplicação de pequenas quantidades de água em alta frequência e diretamente na zona radicular, mantendo a umidade próximo ao limite superior de disponibilidade de água, em um volume de solo. Este sistema pode ser classificado, segundo a posição de instalação da linha de emissores, em superficial,

quando os emissores se encontram na superfície do solo, e subsuperficial, quando os emissores se localizam abaixo da superfície. (NOGUEIRA; COELHO; LEAO, 2000)

2.4.GOTEJAMENTO SUPERFICIAL

Entre os sistemas de irrigação localizada, o gotejamento superficial é o mais comum e baseia-se na aplicação de água na superfície do solo junto à planta. Esse sistema permite molhar o solo, formando um volume de solo molhado, denominado de bulbo molhado ou bulbo úmido, onde se concentram as raízes das plantas. Molhando-se apenas uma porcentagem do solo, as perdas de água por evaporação e percolação são reduzidas, como também a lixiviação dos nutrientes (MAIA; LEVIEN, 2010).

Segundo Nogueira, Coelho e Leão (2000), outras vantagens apresentadas pelo sistema superficial incluem a facilidade de instalação, inspeção, mudança de posição e limpeza de emissores, além da possibilidade de verificação dos padrões de umidade na superfície do solo e da medida da vazão dos emissores, individualmente.

2.5.GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

O sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial é definido por Marques, Frizzone e Teixeira (2006) como o tipo de sistema que tem o solo como meio de propagação da água, no qual os emissores ficam sob a superfície do solo e dentro da camada que representa a profundidade efetiva do sistema radicular das plantas.

A primeira instalação de um sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial ocorreu na década de 60, em Israel e tem sido utilizada nos Estados Unidos nos últimos 40 anos, por ser adequada para a maioria das culturas, em particular para frutas e vegetais de alto valor. O sistema possibilita provimento de água às culturas pela aplicação de baixo volume, reduzindo as perdas hídricas nos sistemas de cultivo, enquanto uma porção superficial do solo é mantida relativamente seca. Em locais onde ocorre alto consumo hídrico pelas culturas e a irrigação é indispensável, como em regiões áridas e semiáridas, recomenda-se o uso de um sistema de gotejamento enterrado em virtude de se utilizar menor quantidade de água devido à menor taxa de evaporação; garantir segurança do sistema de irrigação, com redução dos danos mecânicos;

utilização do mesmo sistema para diferentes culturas; aumento de produtividade devido à maior eficiência no fornecimento de água e de não necessitar remover o sistema de irrigação na operação de colheita, como ocorre no cultivo da cana-de-açúcar, por exemplo (SOUZA et al., 2012).

A principal limitação do gotejamento enterrado está relacionada ao estabelecimento inicial da cultura. Por não umedecer a superfície do solo, o sistema não proporciona condições satisfatórias de umidade para a germinação de sementes ou pegamento de mudas. Então, é necessário o uso de um segundo sistema de irrigação na fase inicial, geralmente por aspersão, o que aumenta os custos e reduz o retorno econômico (MARQUES; FRIZZONE; TEIXEIRA, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido em uma estufa, situada no setor de olericultura da Fazenda do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Inconfidentes, durante o período de janeiro de 2017 a maio do mesmo ano. As coordenadas geográficas estão definidas como: 22° 18' 50.4'' de latitude Sul e 46° 19' 53.3'' longitude Oeste, com altitude de aproximadamente 869 m. De acordo com a classificação de Köppen - Geiger, o clima da região é Cwb – clima temperado úmido com inverno seco, precipitação média inferior a 60 mm em pelo menos um dos meses desta estação e verão moderadamente quente, com a temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e, durante pelo menos quatro meses, é superior a 10°C. (JÚNIOR, 2009)

3.2. CULTIVAR UTILIZADA

Foram utilizadas mudas da cultivar Dahra RX, desenvolvida pela empresa Sakata Seed. Tal cultivar apresenta alto nível de resistência à *Xanthomonas* e segurança no cultivo em condições quentes e úmidas. Suas principais características incluem pagamento sequencial de frutos, plantas com alto vigor, alta resistência à PVY estirpes P0, P1 e P1,2, ToMV estirpe Tm1, Xcv raças 1,2,3,7 e 8, ciclo de 120 dias, peso médio do fruto de 290g, elevada conservação pós colheita e proteção de frutos contra queimaduras de sol (SAKATA SEED SUDAMERICA, 2017).

Atendendo as características da cultivar foi realizado o plantio com espaçamento de 1 m entre linhas e 0,50 m entre plantas, resultando em uma população média de 20.000 plantas por hectare.

3.3.DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos e quatro repetições, totalizando oito parcelas. Cada parcela foi constituída por 18 plantas, totalizando 144 pés de pimentão.

Os tratamentos envolveram a instalação do tubo gotejador em duas posições, sendo um superficial e outro subsuperficial

Tratamento 1. Sistema de irrigação por gotejamento superficial, constituído por três linhas de plantas com 3 m de comprimento cada e 1 m entre linhas. A posição da linha lateral ficou na superfície do solo, com uma distância entre os emissores de 0,5 m. Cada parcela possuiu 9 m² de área total, sendo 6 m² de parcela útil.

Tratamento 2. Sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial, constituído por três linhas de plantas com 3 m de comprimento cada e 1 m entre linhas. A posição da linha lateral ficou enterrada a 0,20 m de profundidade, com uma distância entre os emissores de 0,5 m. Cada parcela possuiu 9 m² de área total, sendo 6 m² de parcela útil.

Figura 1 - Área experimental com tratamentos já implantados.



Fonte: do autor (2017)

3.4.EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento (tubo gotejador integral autocompensado netafim dripnet), com espaçamento entre gotejadores de 50 cm, com uma vazão de 1 litro/hora, controladas por um registro de 1 polegada. A estação de controle constou de: manômetro, hidrômetro, injetor de fertilizante Venturi e filtro de 1 polegada com a função de reter possíveis partículas em suspensão na água. Os elementos linha principal, linhas de derivação e bomba já estavam fixos na área, pois são utilizadas para o manejo da irrigação no setor de olericultura da Instituição.

3.5.PREPARO DA ÁREA

O campo experimental foi preparado pelo método convencional. No tratamento com gotejamento subsuperficial, a abertura de pequenas valetas para assentamento do tubo gotejador, a uma profundidade de 20 cm, foi feita manualmente.

Para o transplante, as covas foram abertas manualmente a uma profundidade de aproximadamente 10 cm, nas quais foram transplantadas as mudas de pimentão com aproximadamente 30 dias de idade. Após o transplante, o fornecimento de água foi realizado por meio de um sistema de irrigação por aspersão. Esse método de irrigação foi utilizado diariamente até a confirmação do pegamento das mudas, que aconteceu 34 dias após o transplante.

Figura 2 - Área experimental com sistema de aspersão e gotejamento já instalados.



Fonte: do autor (2017)

3.6.DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO

A necessidade de irrigação foi determinada pelo método de Camargo (1971), que propôs a seguinte equação:

$$ET_o = 0,01 \times Q_o \times T \times ND$$

Em que: Q_o - irradiância solar global extraterrestre (mm/dia) (Figura 3); T - temperatura média do ar ($^{\circ}C$), no período considerado; e ND - número de dias do período considerado.

O valor da evapotranspiração de referência (ET_o) foi multiplicado pelo coeficiente da cultura (K_c) específico para irrigação localizada, que varia de acordo com o estágio de

desenvolvimento dos vegetais, obtendo-se, então, a quantidade de água, em mm, que foi fornecida às plantas em cada dia.

Os coeficientes utilizados foram:

Kc de estágio I (até pegamento das mudas): 0,4

Kc de estágio II (até início da floração): 0,4

Kc de estágio III (até primeiros frutos atingirem 50% do tamanho): 0,7

Kc de estágio IV (até 1º colheita após pico de produção): 1,05

Kc de estágio V (até última colheita): 0,85 (SOUZA et al., 2011).

Figura 3 - Radiação solar global extraterrestre (Q_0) expressa em mm dia^{-1} no 15º dia do mês correspondente, para o hemisfério Sul.

Lat S	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0	14,5	15,0	15,2	14,7	13,9	13,4	13,5	14,2	14,9	14,9	14,6	14,3
2	14,8	15,2	15,2	14,5	13,6	13,0	13,2	14,0	14,8	15,0	14,8	14,6
4	15,0	15,3	15,1	14,3	13,3	12,7	12,8	13,7	14,7	15,1	15,0	14,9
6	15,3	15,4	15,1	14,1	13,0	12,6	12,5	13,5	14,6	15,2	15,2	15,1
8	15,6	15,6	15,0	14,0	12,7	12,0	12,2	13,2	14,5	15,3	15,4	15,4
10	15,9	15,7	15,0	13,8	12,4	11,6	11,9	13,0	14,4	15,3	15,7	15,7
12	16,1	15,8	14,9	13,5	12,0	11,2	11,5	12,7	14,2	15,3	15,8	16,0
14	16,3	15,8	14,9	13,2	11,6	10,8	11,1	12,4	14,0	15,3	15,9	16,2
16	16,5	15,9	14,8	13,0	11,3	10,4	10,8	12,1	13,8	15,3	16,1	16,4
18	16,7	15,9	14,7	12,7	10,9	10,0	10,4	11,8	13,7	15,3	16,2	16,7
20	16,7	16,0	14,5	12,4	10,6	9,6	10,0	11,5	13,5	15,3	16,2	16,8
22	16,9	16,0	14,3	12,0	10,2	9,1	9,6	11,1	13,1	15,2	16,4	17,0
24	16,9	15,9	14,1	11,7	9,8	8,6	9,1	10,7	13,1	15,1	16,5	17,1
26	17,0	15,9	13,9	11,4	9,4	8,1	8,7	10,4	12,8	15,0	16,5	17,3
28	17,1	15,8	13,7	11,1	9,0	7,8	8,3	10,0	12,6	14,9	16,6	17,5
30	17,2	15,7	13,5	10,8	8,5	7,4	7,8	9,6	12,2	14,7	16,7	17,6

Fonte: IAPAR

3.7. TRATOS CULTURAIS

A adubação foi efetuada conforme a análise de solo, seguindo as recomendações de Casali e Fontes (1999). Durante o período de pegamento das mudas, os fertilizantes foram aplicados diretamente no colo das plantas. Após os 34 dias iniciais, os adubos foram aplicados via fertirrigação. Utilizou-se como fonte de nutrientes: Formulação 20-05-20, Uréia e Superfosfato Simples.

Para o controle de pragas, doenças e fornecimento de micronutrientes, foram aplicados coquetéis contendo fungicidas, acaricidas/inseticidas e adubos foliares. A frequência de pulverização foi de duas vezes a cada semana.

Vinte e quatro dias após o transplante foi realizado o tutoramento. Este foi feito com o auxílio de estacas de bambu, que foram colocadas próximas ao colo das plantas e, com fitilhos, foram atadas aos pés de pimentão.

Outro trato cultural realizado durante o experimento foi o desbrota. Realizada quarenta e nove dias após o transplante das mudas, tal prática teve como objetivo alcançar um desenvolvimento mais vigoroso das plantas.

Figura 4 - Plantas desbastadas e tutoradas com auxílio de estacas.



Fonte: do autor (2017)

3.8. VARIÁVEIS AVALIADAS E ESTATÍSTICA

No decorrer e ao término do experimento foram avaliadas as seguintes variáveis em relação à cultura e ao sistema de irrigação:

3.8.1. Altura de planta

Para a determinação da altura de planta, utilizou-se uma fita métrica. Devido à perda de alguns pés de pimentão por ataque de pragas e doenças, considerou-se apenas as cinco plantas centrais de cada parcela e, a partir dessas, obteve-se a altura média para cada parcela.

3.8.2. Matéria seca do sistema radicular

Para a obtenção da matéria seca da raiz, as plantas foram retiradas cuidadosamente do campo experimental e tiveram seu sistema radicular separado da parte aérea e lavado. Após, as raízes foram levadas para a estufa à 60°C por 72 horas, até estabilização da massa. Devido ao ataque de pragas e doenças, apenas as cinco plantas centrais de cada parcela foram coletadas.

Figura 5 - Raízes secas após 72 horas em estufa à 60°C.



Fonte: do autor (2017)

3.8.3. Produtividade

A produtividade foi obtida após quatro colheitas, somando-se a produção de cada colheita ao final do experimento. A primeira colheita foi realizada 70 dias após o transplante e, a partir daí, com intervalos de quinze dias, as outras três foram feitas. Tendo em mãos os dados de produção e de número de frutos colhidos foi possível mensurar também o peso médio dos frutos e número médio de frutos por planta.

3.8.4. Produtividade da água

A produtividade da água, ou eficiência no uso da água, trata-se da relação entre a produção total de cada parcela (kg) e o volume total de água (m³) aplicado ao final de todo o ciclo da cultura. Sendo assim, foi calculada pela seguinte equação:

$$\text{Produtividade da Água} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Produção Total de Frutos (kg)}}{\text{Volume total de água aplicado (m}^3\text{)}}$$

3.8.5. Infestação de plantas invasoras

Para quantificar a infestação de plantas invasoras no experimento foi utilizada uma área de 0,3 m². Tal instrumento permite mensurar a quantidade média de ervas daninhas por metro quadrado. O objeto foi colocado nas entrelinhas das parcelas de forma aleatória e então procedeu-se à contagem.

Figura 6 - Contagem de plantas invasoras utilizando uma área de 0,3 m².



Fonte: do autor (2017)

3.8.6. CUC

Para o cálculo do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (%), foram mensuradas as vazões dos emissores presentes na área útil, ou seja, 12 gotejadores por parcela foram amostrados. Tal processo foi realizado no início e ao final do experimento.

A equação utilizada foi:

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \times \bar{X}}$$

Em que: n – número de observações; X_i – valor amostrado em cada emissor (L/hr); \bar{X} lâmina média aplicada (L/hr).

3.8.7. CUD

Para o cálculo do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \times 100$$

Em que: q_{25} – média de $\frac{1}{4}$ das vazões com menores valores; q_m – média de todas as vazões.

3.8.8. Estatística

Para a análise estatística foi utilizado o software Sisvar 5.6, sendo usado o teste F para a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974) com 5% de probabilidade.

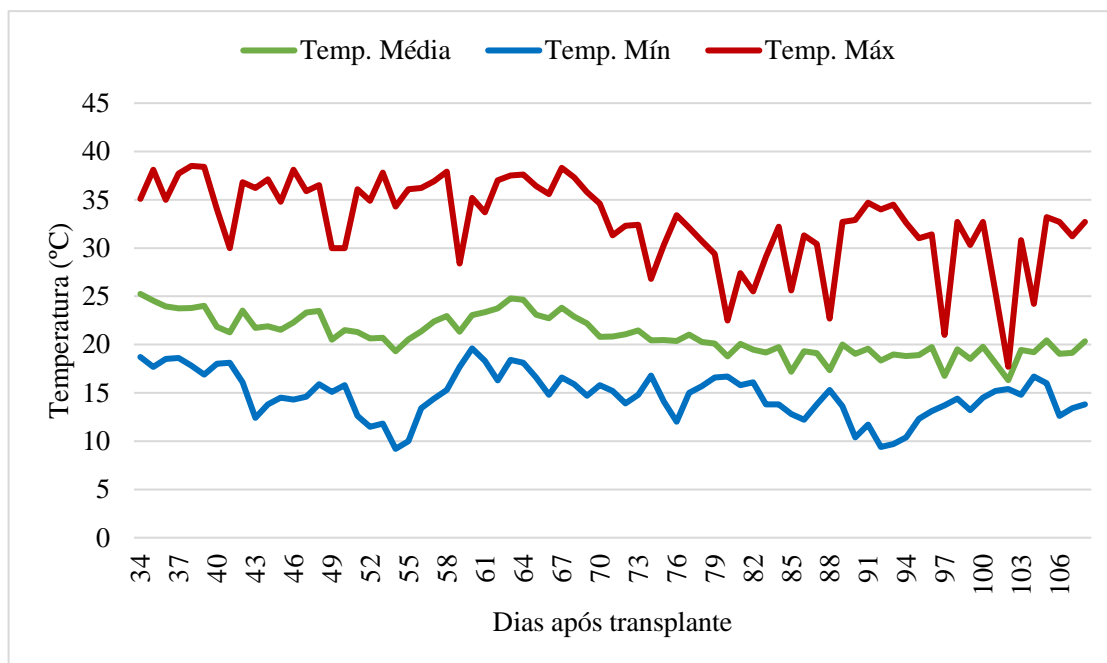
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

Os dados relativos às temperaturas médias, máximas e mínimas foram obtidos através de um datalogger de temperatura (AK168[®]) que foi mantido sob a estufa durante todo o período de condução do experimento.

Na Figura 7 são apresentadas as variações da temperatura média, mínima e máxima do ar. Segundo Lopes et al. (2007) as temperaturas médias ideais para a cultura do pimentão situam-se entre 21°C a 30°C, sendo a média das mínimas ideal 18°C, e das máximas em torno de 35°C, sendo que temperaturas acima 35°C prejudicam a formação dos frutos. Durante o experimento a temperatura média obtida manteve-se na faixa de 20°C a 25°C, enquanto que a média das mínimas foi de 14,7 °C e a das máximas 32,7 °C. Nota-se que as temperaturas médias exigidas para um bom desenvolvimento das plantas foram atendidas, porém houveram registros de temperaturas mínimas abaixo do recomendado para a cultura, o que pode ter acarretado em alguns defeitos deletérios no período de floração e formação de frutos.

Figura 7 – Valores diários de temperatura média, máxima e mínima, no período de março a maio de 2017, Inconfidentes – MG.



4.2.DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA

O ciclo fenológico do pimentão não segue o modelo clássico das hortaliças que é dividido em quatro estádios (inicial, vegetativo, reprodutivo e maturação), porque o estágio reprodutivo e o de maturação se sobrepõem. Ou seja, existem ao mesmo tempo plantas em pleno florescimento, com frutos em desenvolvimento e com frutos maduros (SOUZA et al., 2011). Neste trabalho, adotou-se cinco fases no estudo fenológico da cultura, são elas: inicial, vegetativo, floração/frutificação, produção plena e declínio de produção. A evapotranspiração máxima da cultura, quantificada por meio do método de Camargo, aconteceu no dia 10 de abril de 2017 (63 DAT) com um valor de 3,20 mm e a mínima no dia 24 de maio (107 DAT), apenas 1,17 mm, sendo estes valores encontrados nas fases de produção plena e declínio de produção, respectivamente (Figura 7).

A primeira fase, inicial, durou aproximadamente 30 dias e foi caracterizada pelo período do transplante até o estabelecimento das plantas. Nesta fase, a irrigação foi feita diariamente

por meio de aspersão. Para tal método, não foi estimada a necessidade de irrigação pelo método de Camargo, pois o objetivo era “facilitar” o pegamento das mudas para que os tratamentos pudessem ser implantados na fase seguinte.

A segunda fase, denominada fase vegetativa, teve duração de aproximadamente 10 dias e foi considerada como sendo aquela desde o estabelecimento das mudas até o início da floração. Neste estágio a evapotranspiração da cultura foi baixa, o que é explicado pelo pequeno porte das plantas. O valor médio de consumo hídrico foi de $1,29 \text{ mm dia}^{-1}$.

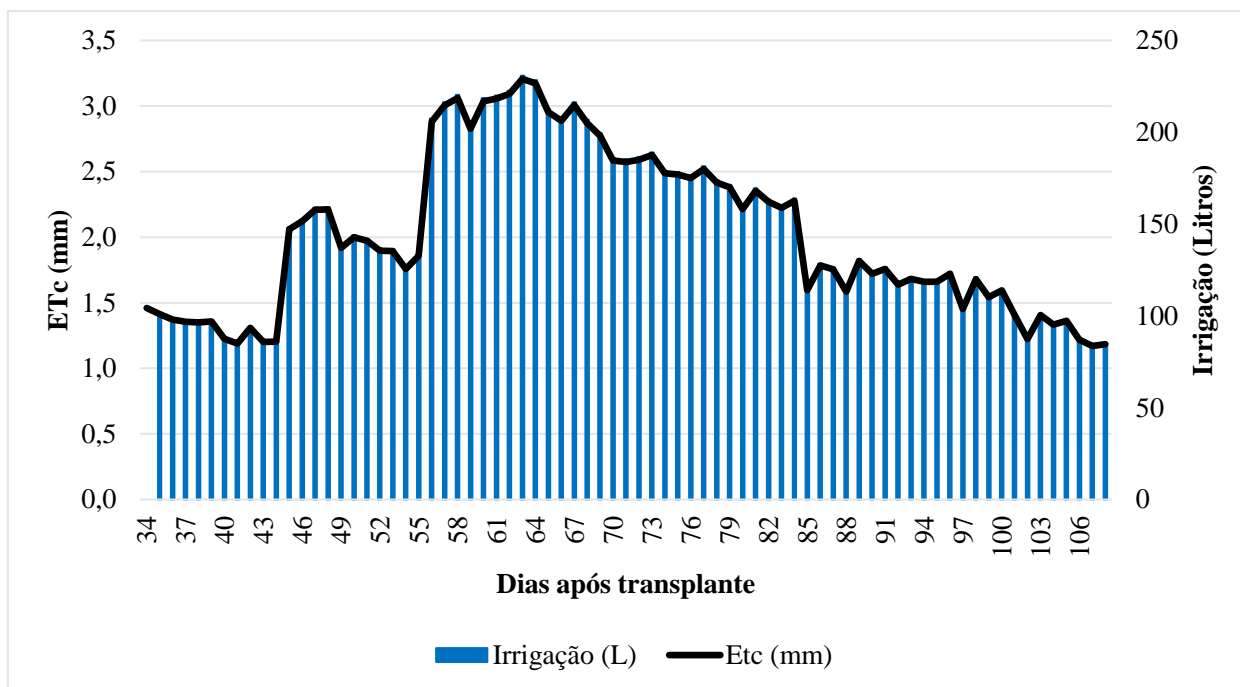
A terceira fase fenológica, definida como fase de floração/frutificação da cultura, prolongou-se por aproximadamente 11 dias. Esta fase teve um acréscimo de 35% no consumo de água e o valor médio observado foi da ordem de $1,99 \text{ mm.dia}^{-1}$.

A quarta fase, aquela pertinente ao período de produção plena, estendeu-se por um período aproximado de 29 dias, na qual o consumo hídrico aumentou em 26% em relação ao terceiro estágio, com um valor médio de $2,69 \text{ mm dia}^{-1}$. Este estágio foi o que apresentou maior valor de evapotranspiração da cultura, o que pode ser explicado pelo alto consumo de água das plantas durante a formação dos frutos, quando as plantas estão no ápice de seu porte vegetativo com uma área foliar superior as demais fases.

Por fim, a quinta fase, denominada declínio de produção, teve duração de aproximadamente 24 dias e redução de 43% no consumo de água quando comparada com a fase anterior. O valor médio da evapotranspiração da cultura nesse período foi de $1,53 \text{ mm dia}^{-1}$. A redução no consumo hídrico pode ser explicada pela senescência das plantas, que quando atingem o final do ciclo tem seu metabolismo desacelerado e, conseqüentemente, uma diminuição nas taxas de evapotranspiração. Além disso, a temperatura média do período de declínio de produção (fase V) foi mais baixa do que em qualquer outra fase da cultura, com um valor médio de $18,8^{\circ}\text{C}$.

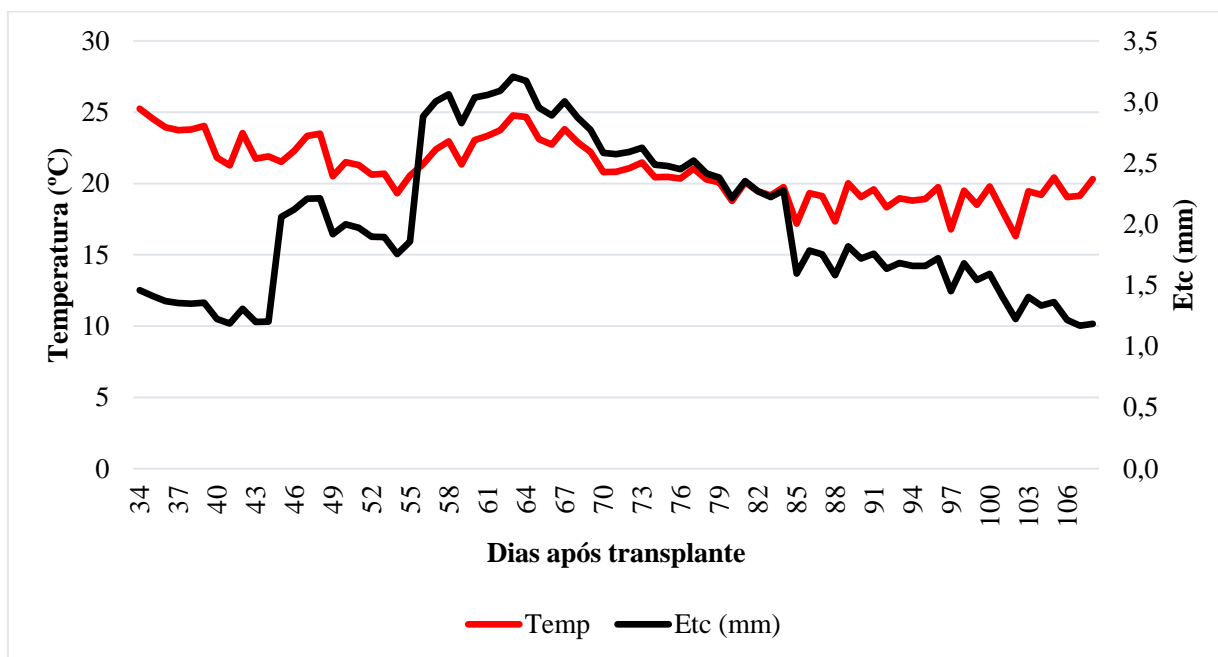
Como pode-se observar na figura 8, as lâminas de irrigação que foram aplicadas diariamente acompanham a curva da evapotranspiração, o que significa que teoricamente, a quantidade de água utilizada pelas plantas estava sendo repostada na mesma proporção.

Figura 8 – Valores de evapotranspiração da cultura e lâminas de irrigação diárias, no período de março a maio de 2017, Inconfidentes – MG.



Relacionando a temperatura com a evapotranspiração da cultura, pode ser observado na figura 8 que, em alguns estádios, a evapotranspiração da cultura não variou proporcionalmente de acordo com a temperatura. Isso pode ser explicado pelos diferentes coeficientes de cultivo (K_c) utilizados para a determinação da ET_c , que variam de acordo com a fase fenológica da cultura. No estágio de produção plena, onde o K_c utilizado foi 1,05, pode-se perceber, por meio da figura 9, que as curvas estão bem próximas.

Figura 9 – Valores de evapotranspiração da cultura e temperatura média diária no período de março a maio de 2017, Inconfidentes – MG.



Considerando apenas o período em que a irrigação foi realizada via gotejamento, o consumo de água foi de 150,10 mm, o que correspondeu a um valor médio de 2,02 mm dia⁻¹. Estes números mostram-se inferiores aos valores da demanda climática “ideal” apresentados por Souza et al. (2011), de 450 a 650 mm. O menor consumo pode ser explicado pelo cultivo protegido que, ainda segundo o mesmo autor, diminui de 20 a 30% a evapotranspiração da cultura, além do uso de um sistema de irrigação localizada, que minimiza as perdas de água.

4.3.VARIÁVEIS ANALISADAS

Na tabela 1 é apresentado o resumo da ANAVA feita no experimento, onde observa-se que as variáveis produtividade, peso médio de frutos, massa seca da raiz e eficiência no uso da água diferiram estatisticamente a 1% de significância entre os tratamentos. Altura de planta

também obteve diferença significativa, porém a 5%. Já as variáveis número de frutos por planta e incidência de plantas daninhas não foram estatisticamente diferentes entre os dois tratamentos.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das variáveis avaliadas. Sendo Produtividade (Prod) em Kg/ha; Peso médio de fruto (PMF) em grama; Número médio de frutos por planta (NFP); Altura de planta (AP) em centímetro; Massa seca da raiz (MSR) em gramas; Eficiência no uso da água (EUA) em kg/m³ e Incidência de plantas invasoras (IPI) em plantas/m².

Fontes de Variação	Prod	PMF	NFP	AP	MSR	EUA	IPI
Tratamento	14,769**	26,402**	3,179 ^{ns}	12,954*	19,429**	14,776**	1,058 ^{ns}
CV(%)	11,01	5,57	7,72	12,26	14,32	10,96	4,06
Média Geral	24.513,125	144,29	8,4225	42,475	4,95	9,10375	3,2325

*5% de significância; **1% de significância; ^{ns}. Não significativo.

4.3.1. Altura de planta

O valor médio da altura das plantas foi de 42,05 cm, valor que se encaixa no intervalo citado por Blat e Costa (2007), os quais afirmam que a altura da planta de pimentão pode variar de 40 a 150 cm. Com estes resultados pode-se afirmar que o desenvolvimento da cultura foi normal.

A altura média das plantas de pimentão submetidas ao tratamento com irrigação subsuperficial foi de 49,1 cm, enquanto que aquelas submetidas a irrigação superficial apresentaram altura média de 35,8 cm (Tabela 2). Tal resultado pode ser explicado pelo maior aproveitamento da água pelas plantas que estavam sendo irrigadas subsuperficialmente, já que por este método as taxas de evaporação são baixas pois a água está sendo fornecida diretamente na região radicular.

Tabela 2 – Altura média das plantas (cm) para cada tratamento

Tratamento	Altura de planta
Subsuperficial	49,1 a
Superficial	35,8 b

Médias com as mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Garcia (2003) encontrou resultados distintos dos do presente trabalho. Em seu trabalho, foi testado o comportamento da batata quando irrigada por gotejamento subsuperficial e superficial utilizando-se dois sistemas de plantio, e a altura das plantas submetidas aos diferentes métodos de irrigação não diferiram estatisticamente, mostrando que o ganho em altura não é um resultado esperado para todas as culturas submetidas a irrigação subsuperficial.

4.3.2. Matéria seca do sistema radicular

A matéria seca média do sistema radicular das plantas foi de 4,89 g. Já a matéria seca média do sistema radicular das plantas submetidas ao tratamento com irrigação subsuperficial foi de 6,06 g, enquanto que aquelas submetidas ao gotejamento convencional apresentaram matéria seca média de apenas 3,85 g (Tabela 3). A superioridade das plantas que receberam o tratamento com irrigação subsuperficial pode ser explicada pelo fato do método em questão proporcionar um desenvolvimento mais denso e profundo das raízes, devido à procura da mesma por água e nutrientes (MARQUES; FRIZZONE; TEIXEIRA, 2006).

Tabela 3 – Matéria seca do sistema radicular (g) para cada tratamento

Tratamento	Matéria Seca Raiz
Subsuperficial	6,06 a
Superficial	3,85 b

Médias com as mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.3.3. Produtividade e Peso Médio dos Frutos

A produtividade média obtida durante o período experimental foi de 24.513,12 kg/ha.

O valor médio do peso dos frutos foi de 123,06 g, inferior ao peso padrão da cultivar, informado pela Sakata Seed Sudamerica, que é de 290 g.

A produtividade média das plantas irrigadas com gotejamento enterrado foi de 28.180 kg/ha, enquanto que aquelas submetidas ao gotejamento convencional obtiveram uma média de 20.846,25 kg/há (Tabela 4). Para as plantas que tiveram a água fornecida via subsuperficial, o valor médio de peso dos frutos foi de 158,8 g, já aquelas irrigadas via gotejamento superficial tiveram uma média de 129,7 g (Tabela 5). Tais resultados confirmam o maior aproveitamento da água por parte das plantas que estavam sob irrigação subsuperficial, pois as taxas de evaporação são menores e a água fornecida subsuperficialmente ficará disponível para as plantas por um período maior, possibilitando maior absorção inclusive dos nutrientes disponíveis no solo.

Silva e Marouelli (1999) estudaram o efeito da irrigação subsuperficial em tomates e observaram que o uso da fertirrigação em gotejamento subsuperficial tem gerado muitos resultados desejáveis, tais como alta produtividade e melhora na qualidade dos frutos.

Tabela 4 – Produtividade média (kg/ha) para cada tratamento

Tratamento	Produtividade
Subsuperficial	28.180,00 a
Superficial	20.846,25 b

Médias com as mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Peso médio dos frutos (g) para cada tratamento

Tratamento	Peso Médio dos Frutos
Subsuperficial	158,8 a
Superficial	129,7 b

Médias com as mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.3.4. Produtividade da água

O valor médio de produtividade da água foi de 9,10 quilos de pimentão para cada metro cúbico de água utilizado.

Tabela 6 – Média da produtividade da água (kg/m³) para os dois tratamentos

Tratamento	Produtividade da água
Subsuperficial	10,46 a
Superficial	7,75 b

Médias com as mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A eficiência no uso da água foi significativamente maior no tratamento com gotejamento subsuperficial (Tabela 6). Tal resultado comprova o melhor aproveitamento (pela planta) da água que é aplicada sob o solo.

Souza et al. (2012) testando a eficiência do uso da água na cultura do pimentão em cultivo convencional e plantio direto, porém utilizando o sistema de aspersão, obtiveram um valor médio de 6,5 kg/ha para o primeiro e 8 kg/ha para o segundo. Esses resultados mostram a importância de alguma cobertura que impeça ou dificulte a evaporação da água e mantenha a umidade do solo.

4.3.5. CUC E CUD

Como disposto na figura 9, tanto o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen como o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição sofreram alterações quando comparada a avaliação inicial e ao final do experimento.

A interpretação nos valores do CUC e CUD foi feita baseada na metodologia proposta por Frizzone et al. (2012), que definiu os valores de CUC acima de 80,0% como aceitável para sistemas de gotejamento e valores de CUD de acordo com a tabela 7.

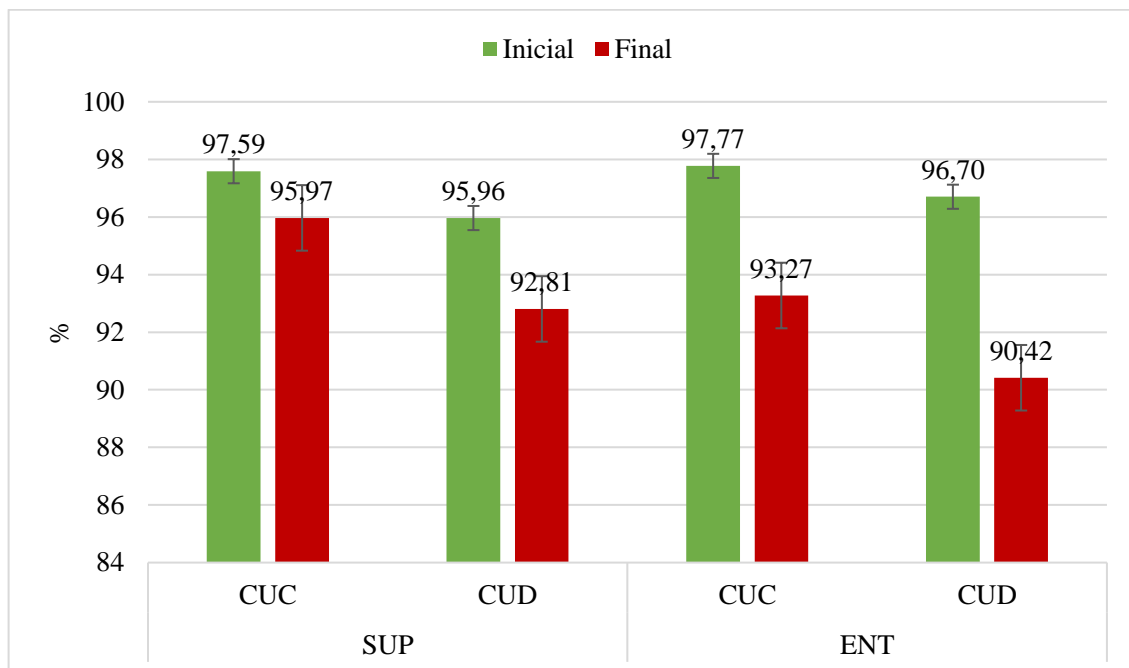
Tabela 7 – Classificação para valores de CUD de acordo com FRIZZONE et al. (2012)

Classificação	CUD (%)
Excelente	>90
Bom	80-90
Regular	70-80
Ruim	<70

A partir da análise da tabela 7 e da figura 10 pode-se concluir que mesmo sofrendo alterações durante todo o período experimental, tanto o CUC quanto o CUD não apresentaram mudanças em relação à classe, ou seja, no início e ao final do ensaio, ambos pertencem à mesma classificação: aceitável para CUC e excelente para CUD.

Esses resultados mostram que tanto o gotejamento enterrado quanto o superficial estão sujeitos à entupimentos e/ou vazamentos, porém, se o sistema de irrigação for bem manejado e cuidado a aplicação de água feita pelos emissores será bastante eficiente.

Figura 10 – Valores do CUC e CUD no início e ao final do experimento para os dois tratamentos.



4.3.6. Infestação de plantas invasoras e número médio de frutos por planta

As variáveis infestação de plantas invasoras e número médio de frutos por planta não apresentaram diferença significativa entre os dois tratamentos.

A primeira pode ser explicada pelo fato de que tanto o gotejamento superficial quanto o enterrado aplicam a água de forma localizada, diferentemente da aspersão, por exemplo, que faz a distribuição de água em toda área de cultivo. Desta forma, o banco de sementes de ervas daninhas presente nas entrelinhas não foi abastecido, reduzindo a germinação das plantas invasoras na área.

Já a segunda variável sem diferença significativa, número de frutos por planta, pode ser explicada pelas condições idênticas (com exceção do método de irrigação) impostas à todas as parcelas, principalmente as condições climáticas. Para aumentar o número de frutos por planta geralmente são necessários o emprego de alguns estímulos que fazem com que isso aconteça.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitiram concluir que:

- O método de irrigação por gotejamento subsuperficial proporciona melhores resultados, como altura de planta, produtividade, desenvolvimento do sistema radicular, peso médio de frutos e produtividade da água, quando implantado na cultura do pimentão, em relação ao gotejamento convencional.
- Infestação de plantas invasoras e número médio de frutos por planta não são afetados pela posição do tubo gotejador, assim como o CUC e o CUD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAT, Sally Ferreira; COSTA, Cyro Paulino da. **A cultura do pimentão**. 2007. Disponível em:

<<http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/publicacoes-avenda/pdf/SPR34.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017.

CAMARGO, A.P. de. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico, 24p. Boletim 116, 1971.

CASALI, Vicente Wagner D.; FONTES, Paulo César Rezenda. Pimentão. In: RIBEIRO, Antonio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácto G.; V., Victor Hugo Alvarez. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Cfsemg, 1999.

CHARLO, Hamilton César de O et al. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 155-159, junho 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362009000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 set. 2017.

ESALQ (Piracicaba). **Irrigação - ENG 15**. 2004. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Folegatti/leb1571/Tabelas completas.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Folegatti/leb1571/Tabelas_completas.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2017.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. 1.ed. Maringá: Ed. Eduem, 2012. 356p.

GARCIA, Carlos Jesus Baca. **Irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial na cultura de batata (*Solanum tuberosum* L.) com dois sistemas de plantio**. 2003. 67 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003. Disponível em:

<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/93821/bacagarcia_cj_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 mar. 2017.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Radiação solar global extraterrestre**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

JÚNIOR, Arionaldo de Sá. **Aplicação da classificação de köppen para o zoneamento climático do estado de minas gerais**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009. Disponível em:

<<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp122448.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.

LOPES, Carlos A. et al. **Pimenta (*Capsicum spp.*)**. 2007. Disponível em:

<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html>. Acesso em: 28 mar. 2017.

MAIA, Celsemy Eleutério; LEVIEN, Sérgio Luiz Aguilar. Estimativa de dimensões de bulbo molhado em irrigação por gotejamento superficial aplicando modelo de superfície de resposta. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1302-1308, jun. 2010. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010000600010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 mar. 2017.

MARQUES, Patrícia Angélica Alves; FRIZZONE, José Antônio; TEIXEIRA, Marconi Batista. O estado da arte da irrigação por gotejamento subsuperficial. **Colloquium Agrariae**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.17-31, mar. 2006. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Patricia_Marques3/publication/228441300_O_estado_da_arte_da_irrigacao_por_gotejamento_subsuperficial/links/0a85e52dfa2dcbe749000000.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017.

MATHIAS, João; RESENDE, Francisco Vilela. **Pimentão**. 2010. Disponível em:

<<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI160206-18293,00-PIMENTAO.html>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

MOURA, Ada Ravana Costa et al. Evapotranspiração de referência baseada em métodos empíricos em bacia experimental no estado de Pernambuco - Brasil. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 181-191, Jun 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862013000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 mar. 2017.

NOGUEIRA, Carlos César Pereira; COELHO, Eugênio Ferreira; LEO, Moisés Custódio Saraiva. Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 315-320, dez. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662000000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 Mar. 2017.

SAKATA SEED SUDAMERICA. **Solanáceas:** Pimentão. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/solanaceas/pimentao>>. Acesso em: 13 maio 2017.

SANTANA, Márcio José de et al. Produção do pimentão (*Capsicum annum* L.) irrigado sob diferentes tensões de água no solo e doses de cálcio. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1385-1391, Dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542004000600022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 mar. 2017.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v. 30, n. 3, p.507-512, Sept. 1974.

SILVA, W.L.C.; MAROUELLI, W.A. State of the art of irrigation research on processing tomatoes in Brazil. *Acta Horticulturae*, v.487, p. 487-491, 1999. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/487/487_81.htm>. Acesso em: 13 set 2017.

SOUZA, Adilson Pacheco de et al. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência no uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Sci., Agron. (Online)**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 15-22, mar. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212011000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 set. 2017.

SOUZA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e Fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

SYPERRECK, Vera Lucia Greco. Avaliação de desempenho de modelos para estimativas de evapotranspiração de referência para região de Palotina, Paraná. 2006. 51 f.
Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2006. Disponível em:
<[http://tede.unioeste.br/tede/tde_arquivos/3/TDE-2008-05-18T081021Z-204/Publico/Vera Lucia Greco Syperreck.pdf](http://tede.unioeste.br/tede/tde_arquivos/3/TDE-2008-05-18T081021Z-204/Publico/Vera%20Lucia%20Greco%20Syperreck.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2017.