



ELVIS MÁRCIO DE CASTRO LIMA

**IRRIGAÇÃO DO MELOEIRO CULTIVADO EM
AMBIENTE PROTEGIDO**

**LAVRAS – MG
2015**

ELVIS MÁRCIO DE CASTRO LIMA

**IRRIGAÇÃO DO MELOEIRO CULTIVADO EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos em Sistemas Agrícolas, para
obtenção do título de Doutor

Orientador

Dr. Jacinto de Assunção Carvalho

Coorientadora

Dra. Fátima Conceição Resende

**LAVRAS – MG
2015**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Lima, Elvis Marcio de Castro.

Irrigação do meloeiro cultivado em ambiente protegido / Elvis
Marcio de Castro Lima. – Lavras: UFLA, 2015.

139 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador (a): Jacinto de Assunção Carvalho.

Bibliografia.

1. Função de produção. 2. Gotejamento. 3. Cucumis melo L. 4.
Tensiometria. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

ELVIS MÁRCIO DE CASTRO LIMA

**IRRIGAÇÃO DO MELOEIRO CULTIVADO EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, para obtenção do título de Doutor.

APROVADO em 07 de agosto de 2015.

Dr. Geraldo Magela Pereira UFLA

Dr. Paulo César de Melo UFLA

Dra. Myriane Stella Scalco UFLA

Dra. Joelma Rezende Durão Pereira UNILAVRAS

Dr. Jacinto de Assunção Carvalho
Orientador

Dra. Fátima Conceição Resende
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2015**

Ao meu pai, Erico de Castro Lima (*in memoriam*).

A minha mãe, Creusa Pereira de Castro Lima.

Aos meus irmãos, Eudes de Castro Lima e Erico de Castro Lima Júnior.

A minha esposa, Jussara das Graças Teixeira Lima.

A minha filha, Giovanna Teixeira Lima.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio incondicional, e a meus familiares, pela força de sempre.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do Doutorado.

Ao professor Dr. Jacinto de Assunção Carvalho, pelos ensinamentos, ajuda e disposição, tempo e amizade durante o período de realização do Doutorado.

Ao professor Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes, pela atenção e orientação durante a condução do experimento.

A todos os professores do Departamento de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal de Lavras, em especial aos professores da área de concentração Irrigação e drenagem.

Ao professor Dr. Luiz Antônio Lima e à Dra. Fátima Conceição Rezende, pelas orientações e amizade.

A todos os colegas, pelo carinho, respeito, amizade e horas de estudo em conjunto.

Ao técnico de laboratório José Luiz Rodrigues de Moraes, além de todos os funcionários do departamento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento.

RESUMO GERAL

O presente trabalho constituiu-se de quatro estudos, com os seguintes objetivos: i) avaliar a produção e a qualidade do melão Tipo Gália, quando submetido a diferentes tensões de água no solo durante as fases, vegetativa (FV), reprodutiva (FR) e durante o ciclo total (CT). ii) Avaliar as características produtivas do meloeiro, cultivado em ambiente protegido, variando a lâmina de água aplicada e a cobertura do solo. iii) Avaliar as características produtivas do melão, variando as lâminas de irrigação e número de frutos por planta. iv) Analisar técnica e economicamente o cultivo irrigado do melão em ambiente protegido. No estudo i, três experimentos foram realizados, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), envolvendo, como tratamentos, 4 tensões de água no solo 15, 30, 60 e 120 kPa e quatro repetições. Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento e para monitoramento das tensões de água no solo foram utilizados tensiômetros e sensores de matriz granular (GMS). Os estudos ii, iii e iv, foram realizados simultaneamente, em ambiente protegido, utilizando-se um (DIC), onde as plantas foram submetidas a cinco níveis da lâmina de reposição de água no solo (50, 75, 100, 125 e 150)%, com quatro repetições, onde diferenciaram-se, no estudo ii, pelo uso (CC) ou não (SC) de cobertura plástica do solo, no estudo iii, pela quantidade de frutos por plantas, 2 e 4 frutos e no estudo iv, realizou-se a análise técnica e econômica do cultivo do meloeiro em ambiente protegido, com e sem cobertura do solo. Para o estudo i, os resultados mostraram diferenças significativas para a produtividade (PROD) e comprimento dos frutos (CF), nos experimentos (FR) e (CT), as demais variáveis, sólidos solúveis totais, firmeza da polpa, não apresentaram diferenças estatísticas significativas. De forma geral, as maiores produtividades foram obtidas para a tensão de água no solo de 15 kPa. Para o estudo ii, as variáveis (PROD), (PMF), (CF) e (DF) foram afetadas pelos diferentes níveis de reposição de água no solo independentemente do uso (CC) ou não SC de cobertura plástica do solo. As maiores produtividades 44,51 e 50,86 t. ha⁻¹ foram obtidas para as lâminas aplicadas de 186,9 e 208,9 mm, para os experimentos CC e SC, respectivamente. No estudo iii, a variável (PROD) foi afetada pelos diferentes níveis de reposição de água no solo nos experimentos com 2F e 4F. As máximas produtividades físicas 50,86 e 57,59 t ha⁻¹ foram obtidas para as lâminas de água aplicadas de 208,9 e 222,72 mm, para os experimentos 2F e 4F, respectivamente. As variáveis (PMF), (CF) e (DF) foram afetadas pelos tratamentos somente no experimento onde as plantas foram conduzidas com dois frutos por planta 2F. Para o estudo iv, a variável produtividade foi afetada pelos diferentes níveis de reposição de água no solo independentemente do uso ou não da cobertura do solo. As lâminas ótimas econômicas foram estimadas em 208,83 e 186,78 mm, para os experimentos I (CC) e II (SC), respectivamente.

Palavras-chave: Gotejamento. Manejo de irrigação. Cobertura do solo. *Cucumis melo* L. Função de produção.

GENERAL ABSTRACT

In this paper, four studies are presented, with the following objectives: i) to evaluate the production and quality of melon “Gália” type, grown in greenhouse, when submitted to different levels of soil water tension, during the vegetative and reproductive phases and during the entire cycle. ii) to evaluate the productive characteristics of melon, grown in greenhouse, varying the applied irrigation water depth and soil cover. iii) to evaluate melon’s productive characteristics, varying irrigation water depths and the number of fruits per plant. iv) to evaluate, technically and economically the melon irrigated grown in protected environment. On study i, three experiments were carried out, using a completely randomized design, involving, as treatments, four soil water tensions of 15, 30, 60 and 120 kPa with four replications. Was used a drip irrigation system and the monitoring of soil water tension was done using tensiometers and granular matrix sensors. Studies ii, iii and iv were conducted simultaneously, in protected environment, using a completely randomized design, where plants have been submitted to five levels of soil water replacement depths (50, 75, 100, 125 and 150%), with four replications. In ii, the use or not of plastic mulching was tested; in iii, the amount of fruits per plant varied, 2 or 4 fruits; while, in iv, the technical and economic analysis of melon grown in protected environment was made, with or without soil cover. On study i, results showed significant differences to yield and fruits length, and the other variables, as total soluble solids, fruits firmness were not found significant statically differences. In general, higher yields were obtained with soil water tension of 15 kPa. For study ii, the variables yield, average weight, length and fruits diameter were affected by the different levels of water replacement in the soil independently of the use of soil cover or not. Higher yields, of 44.51 and 50.86 t. ha⁻¹, were obtained with irrigation water depths of 186.9 and 208.9 mm, on experiments with mulching and without it, respectively. On study iii, the yield was affected by the different levels of water reposition on soil at experiments with two and four fruits. Higher physical yields, 50.86 and 57.59 t ha⁻¹, were obtained with irrigation water depths of 208.92 e 222.72 mm, in experiments with two and four fruits per plant, respectively. The variables weight, length and average fruit diameter were affected by treatments only at the experiment with two fruits per plant. To study iv, the variable yield was affect independently of the use or not of soil cover. The economic irrigation water depths were estimated as 208.83 and 186.78 mm for experiments I (with mulching) and II (without mulching), respectively.

Keywords: Drip Irrigation. Irrigation Management. Soil Cover. *Cucumis melo L.* Production Models.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	10
1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Aspectos gerais da cultura	12
2.2	Qualidade dos frutos	13
2.3	Ambiente protegido	14
2.4	Condução da cultura	15
2.5	Cobertura do solo	16
2.6	Irrigação e Manejo	18
2.7	Função de Produção	20
3	CONCLUSÕES GERAIS	23
	REFERÊNCIAS	24
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	31
	ARTIGO 1 Resposta do meloeiro a diferentes tensões de água no solo	32
	ARTIGO 2 Produção do melão tipo Gália submetido a diferentes lâminas de irrigação	62
	ARTIGO 3 Produção do meloeiro sob diferentes lâminas de irrigação e número de frutos por planta	90
	ARTIGO 4 Análise técnica e econômica do cultivo do meloeiro irrigado em ambiente protegido	112

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se encontra entre os principais produtores de frutas frescas do mundo, perdendo apenas para China e Índia. O estado de Minas Gerais se destaca, estando atrás apenas dos estados de São Paulo e Bahia em quantidade produzida no país. O melão é apontado como uma das principais frutas, por liderar em volume de exportação e apresentar receitas significativas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2013).

Entre os meses de agosto de 2014 e março de 2015, foram embarcadas 199 mil toneladas da fruta, gerando US\$148,3 milhões, valor 6,1% maior que o obtido na safra passada. A alta do dólar e a boa qualidade da fruta nacional favoreceram as exportações. Apesar da crise hídrica no ano passado, que limitou a produtividade, a qualidade do melão não foi prejudicada (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA - CEPEA, 2014).

Nas últimas décadas, verificou-se um aumento na produção de melões rendilhados nas áreas tradicionalmente produtoras de melões em ambiente protegido nas regiões Sul e Sudeste do País. Esse aumento na produção deve-se à maior lucratividade possível de ser alcançada em pequenas áreas, e principalmente, pela possibilidade de exploração do mercado externo europeu, que tem mostrado boa aceitação dos melões oriundos do Brasil (RIZZO; BRAZ, 2004).

Além do ambiente protegido outras tecnologias como a irrigação localizada, a cobertura da superfície do solo e sistema adequado de cultivo, são utilizadas simultaneamente, permitindo maximizar a lucratividade dos cultivos, através da obtenção de produtividades máximas, com um mínimo de aporte de energia, água e mão de obra.

Qualquer operação de um projeto de irrigação que vise à máxima

produção e à boa qualidade do produto, usando de maneira eficiente a água, requer conhecimento das inter-relações entre solo-água-planta e manejo da irrigação (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2005).

Dada relevância do assunto abordado foi desenvolvido o presente estudo, que será apresentado em quatro artigos.

- Artigo 1 Resposta do meloeiro a diferentes tensões de água no solo**
- Artigo 2 Produção do melão tipo Gália submetido a diferentes lâminas de irrigação**
- Artigo 3 Produção do meloeiro sob diferentes lâminas de irrigação e número de frutos por planta**
- Artigo 4 Análise técnica e econômica do cultivo do meloeiro irrigado em ambiente protegido**

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura

O meloeiro é uma olerícola pertencente à família das cucurbitáceas, originária da África e Ásia. No Brasil, sua introdução foi feita pelos imigrantes europeus e seu cultivo teve início em meados da década de sessenta no Rio Grande do Sul (COSTA; PINTO, 1977).

Quanto à variedade botânica os melões são classificados como: *Cucumis melo* var. *inodorus* para os tipos Amarelo, Pele-de-Sapo e Honeydew; *Cucumis melo* var. *cantalupensis* para o tipo Charantais e *Cucumis melo* var. *reticulatus* (rendilhado) para o tipo Cataloupe e Gália (COSTA; SILVA, 2003). O primeiro cultivo comercial da var. *reticulatus* aconteceu em 1986, pela CAC (Cooperativa Agrícola de Cotia), com sementes importadas do Japão (RIZZO, 2004). Segundo o autor, esses melões apresentam vantagens comerciais em relação aos outros tipos, tais como, preferência pelo consumidor, boa cotação comercial e cultivo em pequenas áreas com boa lucratividade.

O melão do tipo Gália foi desenvolvido pelos israelenses em meados da década de 1970. Os frutos de melão Gália são esféricos, aromáticos, polpa esverdeada e teor de sólidos solúveis entre 13 e 15% (KARCHI, 2000). Além dessas características, a cultivar Híbrido Néctar, utilizada no presente estudo, apresenta como características específicas, plantas de vigor médio, resistência a *Fusarium*, raças 0, 1 e 2, e tolerância a míldio. Os frutos apresentam formato arredondado, casca bem rendilhada, polpa de coloração verde e peso médio de 0,8 a 1,2 kg; excelente conservação pós-colheita e sólidos solúveis.

Em geral, o tipo de solo ideal para o cultivo do meloeiro são aqueles de textura franco-arenoso a areno-argilosos, leves, soltos, profundos, bem drenados e com pH entre 6,2 e 7,2 (SOUSA et al., 1999). Ainda, segundo o autor, o

meloeiro é bastante exigente em nutrientes, respondendo bem quando plantados em solos de alta fertilidade.

As temperaturas ótimas para um bom rendimento do meloeiro são de 28 a 30°C para germinação, 20 a 23 °C, para floração e 25 a 30 °C para um bom desenvolvimento da planta (ALVARENGA; RESENDE, 2002). Já a umidade relativa ideal deverá ser 65 a 75% na fase de desenvolvimento, 60 a 70% na floração e 55 a 65% na frutificação (BRANDÃO FILHO; VASCONCELOS, 1998).

2.2 Qualidade dos frutos

As empresas produtoras de sementes lançam anualmente grande número de novos híbridos. Todavia, a adoção de qualquer um desses híbridos sem prévia avaliação da qualidade dos frutos pós-colheita pode comprometer o comércio com o mercado externo (NUNES et al., 2004).

O termo qualidade para o melão tem sido relacionado com diferentes características, como: conteúdo de sólidos solúveis, firmeza da polpa, perda de massa e aparências externa e interna (MENEZES et al., 2001). Essas características normalmente variam em função do tipo de melão e são diretamente afetadas pelas condições de cultivo.

O conhecimento da qualidade e do comportamento pós-colheita de novos híbridos para sua introdução em plantios comerciais, tendo em vista que os principais mercados consumidores, região Sudeste do Brasil e a comunidade europeia, necessitam de um produto com bom potencial de conservação pós-colheita (BRASIL et al., 1998; GONÇALVES; MENEZES; ALVES, 1996).

Entre as principais variáveis qualitativas estudadas em pós-colheita de frutos, merecem destaque, a firmeza de polpa, que afeta a resistência ao transporte, assim como a vida útil (MENEZES et al., 1998) e o teor de sólidos

solúveis totais (SST), que tradicionalmente é utilizado para expressar a qualidade (PROTRADE, 1995).

No momento da colheita a concentração de SST dos melões comercializáveis não deve ser menor do que 10° Brix (VALLESPER, 1999). Souza et al. (1994) analisando as exigências do mercado, verificaram que os melões cultivados para exportação devem ser colhidos com um teor de SST variando de 9 a 11° Brix enquanto que, para o mercado interno, devem possuir um teor de 12 a 14° Brix. Os frutos do melão tipo Gália devem ainda apresentar firmeza de polpa entre 20 e 30 N, no momento da colheita (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL - SENAR, 2007).

Para obter frutos com padrão de qualidade elevado é necessário adotar condições especiais de cultivo, ou seja, ambiente protegido, sistema de condução, poda e tutoramento das plantas (MARUYAMA; BRAZ; CECÍLIO FILHO, 2000) bem como um manejo adequado de água, solo e nutrientes (COELHO; FONTES; CARDOSO, 2000).

2.3 Ambiente protegido

A região Sudeste do Brasil, sobretudo no verão, caracteriza-se por precipitações pluviais elevadas e frequentes, as quais dificultam os tratamentos culturais, tais como, manejo de plantas daninhas e aplicação de defensivos, favorecendo a incidência de doenças e ataque de pragas que causam desfolha das plantas, resultando em queda de produtividade e qualidade dos frutos (COELHO; FONTES; CARDOSO, 2003). Outras intempéries climáticas como altas temperaturas, secas, granizo e geadas são preocupações constantes do produtor, pois, prejudicam tanto a qualidade quanto o rendimento da produção; podendo diminuir drasticamente a rentabilidade do negócio.

Para fazer frente a esses riscos, uma alternativa a ser considerada é o cultivo em ambiente protegido. Esse sistema de produção permite o controle parcial das condições edafoclimáticas, como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica (PURQUERIO; TIVELLI, 2006). Esse controle se traduz em ganho de eficiência produtiva, além do que o cultivo protegido reduz o efeito da sazonalidade, favorecendo a oferta mais equilibrada ao longo dos meses. Esse benefício é mais evidente em regiões de clima frio, já que o calor acumulado dentro das estufas viabiliza a produção de certas culturas fora de época.

Outros bons motivos da utilização dessa técnica de cultivo seria a redução das necessidades hídricas (irrigação) e um melhor aproveitamento dos recursos de produção (nutrientes, luz e CO₂), que resulta em precocidade de produção. De acordo com Farias et al. (1993), a cobertura de plástico reduz a demanda evaporativa atmosférica, especialmente em razão da atenuação da radiação e da diminuição da velocidade do vento, considerados como fatores mais importantes na demanda evaporativa atmosférica.

2.4 Condução da cultura

Em razão do elevado custo do espaço (ambiente protegido), as plantas devem ser conduzidas na vertical, o que exige tutoramento e podas (QUEIROGA et al., 2008). De acordo com Sganzerla (1997), o tutoramento vertical do meloeiro traz algumas vantagens, como evitar danos às plantas e proporcionar maior ventilação, principalmente durante o florescimento. Esse manejo favorece a polinização natural e artificial, além de possibilitar sensível aumento na densidade de plantas. Além disso, facilita a realização dos tratamentos culturais, a colheita e o controle fitossanitário.

Em ambiente protegido recomenda-se conduzir a planta com haste única, retirando-se todos os brotos até o 10º ou 12º entrenó. Nos entrenós 12º, 13º e 14º devem ser deixadas as hastes secundárias onde aparecerão as flores femininas. Nas hastes secundárias devem ser retirados todos os brotos que surgirem e fazer a capação uma folha após o fruto. Nos próximos entrenós continua-se a retirar os brotos, até o vigésimo; nos entrenós 21, 22 e 23 deixa-se crescer a haste secundária e é feita a capação da planta (SANTOS; MINAMI, 2002).

O raleio dos frutos na cultura do melão modifica a relação fonte-dreno, influenciando na produção da cultura (QUEIROGA et al., 2009). O aumento da competição por assimilados entre os drenos afeta a taxa de crescimento da planta e a fixação dos frutos do melão. De acordo com Costa et al. (2004), o aumento do número de frutos fixados por planta leva à competição de assimilados por dreno, resultando em frutos com menor massa.

2.5 Cobertura do solo

A cobertura do solo pode ser realizada com materiais sintéticos como filmes plásticos ou resíduos orgânicos, como palhas, acompanhando o cultivo por todo o ciclo. Esses materiais contribuem para a manutenção da temperatura e umidade do solo, reduzem perdas de água por evaporação, aumentando a capacidade de armazenamento hídrico no solo, evitam ou pelo menos controlam a ocorrência de plantas daninhas e desta forma podem ser coadjuvantes do aumento no rendimento dos cultivos assim manejados (CANTERO-MARTINEZ; O'LEARY; CONNOR, 1995).

Além disso, a utilização da cobertura do solo nos cultivos traz ainda outras vantagens, como a redução da perda de nutrientes do solo e a proteção dos frutos do contato do solo, aumentando assim, a qualidade comercial dos frutos (DÍAZ et al., 2001). Além disso, incrementa a concentração de CO₂ no ar

e ao redor das plantas, acelera o desenvolvimento levando a uma colheita mais precoce, melhora a higiene e a aparência dos frutos (SAMPAIO; ARAÚJO, 2001) e aumenta os teores de sólidos solúveis dos frutos (BRADENBERGER; WIENDENFELD, 1997), além de aumentar também a tolerância ao uso de água de baixa qualidade na irrigação (NASCIMENTO et al., 2000).

Lament (1993) destacou que a temperatura do solo debaixo de um plástico depende das propriedades termais de cada material plástico (refletividade, absorvidade ou transmitância) para a entrada de radiação solar. Diversos tipos de filmes são utilizados para cobertura do solo, como os transparentes, os de coloração preta e os de dupla face, os quais dependendo da coloração e da opacidade apresentam diferentes capacidades de transmitir radiações caloríficas e visíveis (SGANZERLA, 1997).

A técnica promove a alteração da relação solo-água-planta, diminuindo a taxa de evapotranspiração, principalmente nos estádios em que o dossel vegetativo não cobre o solo por completo, reduzindo a frequência de irrigação e, por conseguinte, os custos de operação com o sistema de fornecimento de água (STONE et al., 2006).

Normalmente, a evapotranspiração da cultura (ET_c) sob cobertura plástica é aproximadamente 5 a 30% menor que cultivo de vegetais sem cobertura do solo. Embora a taxa de transpiração sob cobertura possa aumentar em média de 10 a 30% na estação de maior demanda hídrica, se comparado ao solo sem cobertura, o coeficiente de cultivo diminui em média de 10 a 30% devido à redução de 50 a 80% da evaporação do solo molhado. Geralmente, as taxas de crescimento das culturas e o rendimento aumentam com o uso de cobertura de plástico (ALLEN et al., 2007).

Mota et al. (2010), avaliaram a armazenagem de água em Cambissolo cultivado com meloeiro, irrigado por gotejamento, sem e com cobertura da superfície do solo, e concluíram que a cobertura da superfície do solo aumenta a

armazenagem de água em Cambissolo Háplico cultivado com meloeiro, especialmente nas fases inicial e vegetativa da cultura, porém não tem influência sobre a produtividade e as características pós-colheita dos frutos.

Medeiros et al. (2007), avaliaram os índices de crescimento, fisiológicos e de produção, em quatro híbridos de meloeiros cultivados com e sem cobertura do solo e três frequências de irrigação. Os autores mostraram que não houve diferença significativa sobre a produtividade para as frequências de irrigação estudadas, e o solo com cobertura apresentou maiores produtividade e peso médio dos frutos.

2.6 Irrigação e Manejo

A quantidade de água e a maneira como é fornecida às plantas é de suma importância; erros ou negligências nesses pontos muitas vezes geram insucessos da produção, tornando os cultivos economicamente inviáveis. Algumas tecnologias podem ser empregadas a fim de minimizar o desperdício e mau uso da água na agricultura irrigada, que em 2010, representou a maior parte dos 54% da água doce consumida pela agricultura no país (BRASIL, 2012).

A irrigação proporciona água às culturas de maneira a atender às exigências hídricas durante todo o seu ciclo, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade. Sendo que a quantidade de água necessária às culturas é função da espécie cultivada, do local de cultivo, do estágio de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e da época de plantio (BERNARDO, 1998).

Em cultivo de melão o mais indicado é utilizar o sistema de irrigação por gotejamento, por propiciar o aumento do rendimento da cultura, dada a maior eficiência no uso de água e no controle de pragas e doenças, menor grau de interferência nas práticas culturais, ajustar-se aos diferentes tipos de solos e

topografias, além de possibilitar o uso da fertirrigação e automatização do sistema (SANTOS et al., 2001). Contudo, outros métodos de irrigação são passíveis de ser utilizados em ambiente protegido, entre eles, sulcos e aspersão (CARRIJO; APARECIDO; SILVA, 1999).

A expansão da área irrigada, junto à ocorrência de problemas relacionados à disponibilidade hídrica, tem implicado maior interesse pelos temas relacionados à implantação de um programa de manejo de irrigação (ALBUQUERQUE; DURAES, 2008).

O quanto de água aplicar é normalmente calculado com base na quantidade de água que é consumida pela cultura, dividida pela eficiência de aplicação. A quantidade de água consumida pela cultura pode ser estimada por meio da evapotranspiração real ou por intermédio da variação da umidade do solo (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2005).

A evapotranspiração real pode ser realizada através de lisímetros de drenagem, que mede a demanda máxima de água pela planta. A medida da evapotranspiração é feita pelo total de água que é consumida num dia, determinada pela diferença entre a quantidade que é aplicada e percolada. É preciso que a irrigação seja realizada diariamente ou a cada dois dias, com um determinado volume de água, de forma que a quantidade de água percolada corresponda a 10% do total aplicado nas irrigações (MELLO; SILVA, 2013).

Todos os métodos de determinação ou estimativa de umidade possibilitam a estimativa de água a ser aplicada por meio do produto entre a água disponível útil e a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura em questão (FOLLEGATI et al., 2004). A água disponível no perfil é dada pela diferença da umidade na capacidade de campo, em volume, com umidade atual do solo (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012).

O momento de irrigar pode ser definido em função do teor de água, no solo, indicador do limite inferior da água disponível real. Para isso é importante

conhecer a umidade crítica, definida como função do fator de disponibilidade ou da tensão de água no solo crítica (SILVA, 2011). Sempre que possível, deve-se utilizar tal procedimento, que permite adequar a irrigação às diferentes fases de desenvolvimento vegetativo da cultura, bem como a variação da demanda evapotranspirométrica ao longo do ciclo da cultura (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009). Dentre os diversos métodos de determinação de umidade do solo estão o método padrão de estufa, tensiômetros e mais recentemente as sondas de capacitância (FDR e TDR).

Os processos fisiológicos e bioquímicos dos vegetais são afetados pelo déficit hídrico, podendo interferir no rendimento da produção (JALEEL et al., 2008). Todavia, o excesso de água, além de afetar o crescimento, a fitossanidade e a produção das plantas, provoca a lixiviação de nutrientes, como nitrogênio. Além disso, a elevada aplicação de água aumenta os custos de produção, reduzindo o lucro dos produtores (PIRES, 2013).

Estudando o efeito de diferentes tensões de água sob desenvolvimento e produção da cultura da berinjela cultivada em vasos sob cultivo protegido com os tratamentos de 15, 30, 45, 60 e 80 kPa, em duas fases de desenvolvimento da cultura, Bilibio et al. (2010), observaram que durante a fase pós-transplante/abertura da gema floral os tratamentos não afetaram o desenvolvimento e a produtividade, ao contrário da fase frutos/colheita que interferiu significativamente.

2.7 Função de produção

Na atividade de irrigação, a água é o recurso natural sobre o qual se tem maior interesse em exercer controle, no sentido de alterar seu padrão de disponibilidade espacial e temporal, adequando-se à demanda agrícola. As funções de resposta das cultivares com bases experimentais, constituem fontes

valiosas de informações a serem utilizadas no modelo de tomada de decisão pelas empresas agrícolas (FRIZZONE, 1993).

Tais funções deveriam basear-se na evapotranspiração (ET), em vez de relacionar a produtividade com a água aplicada, porque seriam mais independentes do sistema de irrigação, do solo e de outros fatores locais que influenciam a forma da curva. Mas, na prática, os irrigantes controlam a lâmina aplicada e não a ET. Para baixos níveis de irrigação, inferiores a cerca de 50% da irrigação plena, a produção tende a variar linearmente com a água aplicada (HARGREAVES; SAMANI, 1984; VAUX JÚNIOR; PRUITT, 1983). Além desse ponto, a relação torna-se curvilínea com o aumento da quantidade de água aplicada, como consequência das perdas por percolação profunda, por escoamento superficial e por evaporação, até atingir um máximo. Para quantidades de irrigação superiores a esse ponto de máxima produção, ocorre um decaimento da curva, refletindo a diminuição da produtividade, em decorrência das condições anaeróbicas nas raízes, de doenças e de lixiviação de nutrientes associados ao uso excessivo de água (FRIZZONE, 2007).

De acordo com Bernardo (1998) o modelo polinomial do segundo grau é normalmente utilizado para função de produção água-cultura quando se trabalha com a lâmina total aplicada. Diante disso Carvalho et al. (2011), Dogan et al. (2008), Oliveira et al. (2011) e Santana et al. (2009) utilizaram este modelo para representação das estimativas de produção do pimentão vermelho, meloeiro, pepino japonês e feijoeiro, respectivamente, obtendo bons resultados.

Sob considerações econômicas da irrigação para um determinado sistema de produção, a lâmina de água a ser aplicada deve ser determinada em função da obtenção do lucro máximo obtido com uma dada irrigação, sendo esta denominada de lâmina ótima econômica (OLIVEIRA et al., 2011).

Carvalho et al. (2011), avaliaram o efeito de cinco níveis de reposição de água no solo (50, 75, 100, 125, 150%), tendo como tratamento de referência

100% da lâmina, correspondente a tensão de 15 kPa e concluíram que a máxima produtividade para cultura do pimentão foi obtida com uma lâmina aplicada de 443 mm e que a lâmina ótima econômica foi estimada em 443,5 mm, indicando que os maiores retornos econômicos foram obtidos repondo de forma integral a quantidade de água consumida.

Para o meloeiro, Medeiros et al. (2007) estudaram o efeito do uso de cobertura do solo com filmes plásticos e lâminas de irrigação, na produção de melão Cantaloupe, em que foram utilizados como tratamentos cinco coberturas (solo descoberto, cobertura com plástico preto, prateado, amarelo e marrom) e três níveis da evapotranspiração da cultura (100%, 84% e 67%), e observaram queda na produção com a redução da lâmina de água aplicada.

3 CONCLUSÕES GERAIS

Artigo 1. Para as tensões de água no solo aplicadas no presente estudo, indica-se as tensões de 120, 15 e 15 kPa, para as fases vegetativa e reprodutiva e ciclo total do meloeiro, respectivamente, como referência para iniciar as irrigações. De forma geral, a qualidade dos frutos não foi afetada pelas tensões de água no solo aplicadas.

Artigo 2. De forma geral, tanto o déficit quanto o excesso de água aplicados às plantas provocaram redução no rendimento. As maiores produtividades físicas obtidas foram 50,86 e 44,51 t ha⁻¹, para as lâminas de água aplicadas de 208,9 e 186,9mm, para os experimentos sem e com cobertura plástica, respectivamente.

Artigo 3. Para o experimento onde as plantas foram conduzidas com quatro frutos por planta, a produtividade média foi afetada pelos diferentes níveis de irrigação, no entanto, a diferença deu-se pelo número médio de frutos fixados por planta, em cada tratamento ao final dos experimentos, devido ao abortamento de frutos já formados.

Artigo 4. As lâminas de água aplicadas para a obtenção de um maior retorno econômico foram 208,83 e 186,78mm, para os experimentos sem e com cobertura, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 528 p.

ALLEN, R. G. et al. Water requirements. In: HOFFMAN, G. J. et al. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASABE, 2007. cap. 8, p. 208-288.

ALVARENGA, M. A. R.; RESENDE, G. M. **A cultura do melão**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 149 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2013. 136 p.

BERNARDO, S. Irrigação e produtividade. In: FARIA, M. A. et al. **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: [s. n.], 1998. Cap. 1.4, p. 117-132.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 611 p.

BILIBIO, C. et al. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 730-735, 2010.

BRADENBERG, L.; WIENDEFELD, B. Physical characteristics of mulches and their impact on crop response and profitability in muskmelon production. **HortTechnology**, Alexandria, v. 7, n. 2, p. 165-169, 1997.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VASCONCELLOS, M. A. S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido**: condições subtropicais. São Paulo: FUNEP, 1998. p. 161-193.

BRASIL. Agência Nacional de águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2012. Brasília, 2012. 215 p. (Edição Especial).

BRASIL, R. F. et al. Qualidade do melão ‘Hy-Mark’ em cinco estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, p. 165–166, 1998.

CANTERO-MARTINEZ, C.; O’LEARY, G. J.; CONNOR, D. J. Stubble retention and nitrogen fertilisation in a fallow-wheat rainfed cropping system. 1. Soil water conservation, growth and yield. **Soil Tillage Research**, Oxford, v. 34, p. 79-94, 1995.

CARRIJO, O. A.; APARECIDO, M. V.; SILVA, H. R. D. Manejo da água do solo na produção de hortaliças em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 45-51, set./dez. 1999.

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

CARVALHO, J. A. et al. Produção da ervilha cultivada em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 44-50, 2012.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Melão. **Revista Hortifruti Brasil**, São Paulo, v. 11, n. 112, abr. 2014. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/112/melao.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2015.

COELHO, E. L.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A. Produção em estufas de frutos de melão em função de doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40.; CONGRESSO IBERO AMERICANO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE PLÁSTICO NA AGRICULTURA, 2.; SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS, ALIMENTARES E CONDIMENTARES, 1., 2000, São Pedro, SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 225-226, 2000. Supl.

COELHO, E. V.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A. Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 173-178, 2003.

COSTA, C. C. et al. Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade eo número de frutos por planta em hidropônica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 731-736, 2004.

COSTA, C. P.; PINTO, C. A. B. P. **Melhoramento de hortaliças**. Piracicaba: ESALQ, 1977. 319 p.

COSTA, N. D.; SILVA, H. R. Cultivares. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Org.). **Melão: produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. Cap. 6, p. 29-34. (Frutas do Brasil, 33.

DÍAZ, T. et al. **Los filmes plásticos en la producción agrícola**. Madrid: Mundi-Prensa, 2001. 320 p

DOGAN, E. et al. Water stress imposed muskmelon (*Cucumis melo L.*) with subsurface and surface drip irrigation systems under semi-arid climatic conditions. **Irrigation Science**, New York, v. 26, p. 131-138, 2008.

FARIAS, J. R. B. et al. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocado pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1993.

FOLEGATTI, M. V. et al. Qualidade física do melão fertirrigado com diferentes dosagens de potássio e lâminas de irrigação, em gotejamentos superficial e subsuperficial. **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 52-61, mar./abr. 2004.

FRIZZONE, J. A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba: [s. n.], 1993. 42 p.

FRIZZONE, J. A. Planejamento da irrigação com uso de técnicas de otimização. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 24-49, 2007.

GONÇALVES, F. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. Armazenamento de melão 'Piel Del Sapo', sob condições ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, p. 49-52, 1996.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Economics consideration of deficit irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 110, n. 3, p. 343-358, 1984.

JALEEL, C. A. et al. Differential responses in water use efficiency in two varieties of *Catharantus roseus* under drought stress. **Comptes Rendus Biologie**, New York, v. 331, p. 42-47, 2008.

KARCHI, Z. Development of melon culture and breeding in Israel. **Acta Horticulture**, Leuven, v. 510, p. 13-17, 2000.

LAMENT, W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. **HortTechnology**, Alexandria, v. 3, n. 1, p. 35-39, 1993.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.

MARUYAMA, W. I.; BRAZ, L. T.; CECÍLIO FILHO, A. B. Condução de melão rendilhado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 175-179, 2000.

MEDEIROS, J. F. et al. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 538-543, 2007.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia**: princípios e aplicações em sistemas agrícolas. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.

MENEZES, J. B. et al. Armazenamento de dois genótipos de melão amarelo sob condições ambientais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 42-49, 2001.

MENEZES, J. B. et al. Efeito do tempo de insolação pós-colheita sobre a qualidade do melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 80-81, 1998.

MOTA, J. C. A. et al. Armazenagem de água e produtividade do meloeiro irrigado por gotejamento, com superfície do solo coberta e desnuda. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1721-1731, 2010.

NASCIMENTO, I. B. et al. Desenvolvimento vegetativo do melão cultivado sob diferentes intensidades de preparo de solo com e sem mulching. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2000. 1 CD ROM.

NUNES, G. H. S. et al. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 744-747, 2004.

OLIVEIRA, E. C. et al. Análise produtiva e econômica do pepino japonês submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 702-708, 2011.

PIRES, M. M. M. L. et al. Produção do meloeiro submetido a diferentes manejos de água com o uso de manta de tecido não tecido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 304-310, abr./jun. 2013.

PROTRADE. **Melons export manual**: tropical fruits and vegetables. Eschborn: GTZ, 1995. 36 p.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. Campinas: Instituto Agronômico, 2006. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/tecnologias/MANEJO_Cultivo_protegido.htm>. Acesso em: 20 jul. 2011.

QUEIROGA, R. C. F. et al. Características de frutos do meloeiro variando o número e posição dos frutos na planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 67, p. 23-29, 2009.

QUEIROGA, R. C. F. et al. Produtividade e qualidade do melão cantaloupe, cultivado em ambiente protegido, variando o número e posição dos frutos na planta. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 911-920, 2008.

RIZZO, A. A. N. **Obtenção e avaliação de genótipos de melão rendilhado em ambiente protegido**. 2004. 38 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

RIZZO, A.A.N.; BRAZ, L.T. Desempenho de linhagens de melão rendilhado em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 784-788, 2004.

SAMPAIO, R. A.; ARAÚJO, W. F. Importância da cobertura plástica do solo sobre o cultivo de hortaliças. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 22, n. 1/2, p. 1-12, 2001.

SANTANA, M. J. et al. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 532-538, 2009.

SANTOS, J. S. et al. **Irrigação do melão**: manejo através do tanque classe A. Fortaleza: Embrapa, 2001. (Circular Técnica).

SANTOS, R. N. C.; MINAMI, K. **Cultivo hidropônico do meloeiro**. Piracicaba: USP, 2002.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Cultivo de melão**: manejo, colheita, pós-colheita e comercialização. Brasília, 2007. 104 p.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura**: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 6. ed. Guaíba: Agropecuária, 1997. 342 p.

SILVA, E. L. D. **Relação água-solo-planta**. Lavras: UFLA, 2011. 74 p.

SOUZA, M. C. et al. Tecnologia pós-colheita e produção de melão no Estado do Rio Grande do Norte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 188-190, 1994.

SOUZA, V. F. et al. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 68 p. (Circular Técnica, 21).

STONE, L. F. et al. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 577-582, 2006.

VALLESPER, A. N. **Post-recolección de hortalizas**. [S. l.]: Reus, 1999. 301 p. (Compendio de Horticultura, 3).

VAUX JÚNIOR, H. J.; PRUITT, W. O. Crop-water production functions. In: HILLEL, D. (Ed.). **Advances in irrigation**. New York: Academic, 1983. v. 2, p. 61- 97.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1 Resposta do meloeiro a diferentes tensões de água no solo

RESUMO

Objetivou-se avaliar a produção e a qualidade do melão tipo Gália, cultivado em ambiente protegido, quando submetido a diferentes tensões de água no solo, durante as fases vegetativa, reprodutiva e durante ciclo total. Foram conduzidos três experimentos com a cultura do melão, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, envolvendo, como tratamentos, quatro tensões de água no solo 15, 30, 60 e 120 kPa com quatro repetições. As plantas foram espaçadas de 0,5 x 1,0 m e conduzidas verticalmente. Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento e para monitoramento das tensões de água no solo foram utilizados tensiômetros e Sensores de Matriz Granular (GMS) (Watermark[®]), instalados a 0,10 e a 0,25 m de profundidade. Os resultados mostraram diferenças estatísticas para produtividade e comprimento dos frutos nos experimentos com aplicação de déficit hídrico durante a fase reprodutiva e ciclo total. O diâmetro dos frutos foi afetado de forma significativa pelo déficit hídrico aplicado durante a fase reprodutiva. Para os sólidos solúveis totais e a firmeza da polpa do fruto, não houve diferença estatística significativa. A tensão de 120 kPa pode ser utilizadas durante a fase vegetativa sem que ocorra perdas

significativas de produtividade e para fase reprodutiva e ciclo total deve ser utilizada a tensão de 15 kPa para monitoramento das irrigações.

Palavras-chave: gotejamento; tensões de água no solo; manejo de irrigação

Melon response to different soil moisture conditions

ABSTRACT

Were aimed to evaluate the production and quality of melon “Gália” type, grown in greenhouse, when submitted to different levels of soil water tension, during the vegetative and reproductive phases and during the entire cycle. Three experiments were conducted with the melon crop, using a completely randomized design, involving, as treatments, four soil water tensions of 15, 30, 60 and 120 kPa with four replications. The melon plants were spaced 0.5 x 1.0 m, being trained vertically. Was used a drip irrigation system and the monitoring of soil water tension was done using tensiometers and granular matrix sensors (Watermark®), installed at 0.10 and 0.25 m deep. The results showed statistical differences for the variables yield and fruits length with water deficit during the reproductive phase and throughout the full cycle. Fruits diameter were affected

significantly by the water stress applied during reproductive phase. Were not found significant statically differences for total soluble solids and fruits firmness. The tension of 120 kPa may be used during the growing season without significant loss of yield and during the reproductive phase and full cycle should be used the soil water tension of 15 kPa for irrigation monitoring.

Keywords: drip irrigation; soil water tensions; irrigation management

INTRODUÇÃO

Os melões nobres, como os do tipo Gália, de maior valor agregado, aumentam a cada dia a sua participação no mercado. Para se obter sucesso na produção dessas cultivares, é necessário empregar tecnologias que maximizem o lucro, produzindo frutos que atendam ao mercado consumidor, com relação ao tamanho, aroma, sabor, teor de sólidos solúveis e firmeza de polpa, características essas determinantes da qualidade dos frutos.

O cultivo em ambiente protegido, além de apresentar um melhor aproveitamento dos recursos de produção (nutrientes, luz e CO₂), reduz a necessidade hídrica, devido, principalmente à redução da velocidade do vento e a atenuação da radiação solar direta incidente e o ciclo produtivo

(Klar & Jadosky, 2004).

O sistema de irrigação por gotejamento é preferencialmente utilizado nos cultivos do melão, por possibilitar controle eficiente da água, uso intensivo de fertirrigação e automação total do sistema.

Em geral, o melão assim como a maioria das hortaliças apresenta períodos mais ou menos sensíveis às deficiências de água no solo, trazendo como consequências, reduções significativas de rendimento (Fabeiro et al., 2002; Şensoy et al., 2007; Zeng et al., 2009; Cabello et al., 2009; Li et al., 2012). Tais informações são de vital importância para o adequado manejo de água ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura.

Nesse aspecto, o manejo da irrigação torna-se uma ferramenta importante para aumentar a eficiência de uso da água, a produtividade e o retorno econômico das culturas. O manejo da irrigação pode ser realizado com base no balanço de água no solo, utilizando tensiômetros e sensores de matriz granular, de maneira eficaz e barata.

A tensão de água no solo crítica para o manejo da irrigação no meloeiro ainda é motivo de divergência entre alguns autores. Segundo Alvarenga & Resende (2002), a tensão de água no pode chegar a 60 kPa,

sem causar perdas consideráveis na produção. No entanto, Braga et al., (2006) concluiu que a tensão de água no solo limite para iniciar as irrigações é de 40 kPa.

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido e o manejo da irrigação com déficit hídrico são tecnologias bastante pesquisadas e difundidas atualmente com diferentes culturas (Bilibio et al., 2010; Oliveira et al., 2011). No entanto, estudos sobre as respostas produtivas e qualitativas do meloeiro a imposição de déficit hídrico em fases específicas de desenvolvimento são escassos no Brasil.

Com isso, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo aplicadas em duas fases fenológicas (vegetativa e reprodutiva) e durante todo o ciclo da cultura, continuamente, sem diferenciação de fase, sobre o rendimento e qualidade da cultura do melão, indicando a tensão de umidade no solo ideal para se irrigar em cada fase desta cultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em ambientes protegidos localizados em área experimental na Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG (21° 14' 00'' de latitude sul e 45° 00' 00'' de longitude oeste

e 918 m de altitude). O clima segundo a classificação climática de Köppen é Cwa. A temperatura média anual do ar é de 20,4°C e a precipitação média anual de 1460,0 mm (Dantas et al., 2007).

O estudo constituiu-se de três experimentos nos quais as plantas foram submetidas a diferentes tensões de água no solo durante as fases vegetativa e reprodutiva e durante o ciclo total.

Para os três experimentos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos definidos pelas tensões de água no solo de 15, 30, 60 e 120 kPa e quatro repetições. Cada unidade experimental consistiu-se de cinco plantas espaçadas de 1,0 e 0,5m. Considerou-se as quatro plantas centrais de cada canteiro para determinação e análise dos resultados.

Nos primeiros 15 dias após transplante (DAT), foi aplicada uma lâmina de 20 mm para pegamento e uniformização das mudas, e, aos 16 (DAT), ocorreu a diferenciação dos tratamentos.

No experimento I (Fase vegetativa), os tratamentos foram impostos entre o final do período de pegamento e a floração feminina de 50% das plantas (45DAT). Após esse período, até a última colheita (108DAT), foram irrigadas sempre que a tensão de água no solo atingia 15 kPa. No

experimento II (Fase Reprodutiva), até que 50% das plantas apresentassem flores femininas, as irrigações foram realizadas quando a tensão de água no solo atingia 15 kPa, após esse período, até o momento da última colheita (108DAT), os tratamentos foram impostos. No experimento III as plantas foram submetidas aos tratamentos dos 16 DAT até a última colheita realizada aos 108DAT.

Na Tabela 1 está relacionado o início, final das fases e duração do ciclo para cada um dos experimentos.

Tabela 1 Início, final e duração dos experimentos I, II e III.

Experimento/Fase	Início (DAT*)	Final (DAT)	Duração (Dias)
I (Fase Vegetativa)**	16	45	29
II (Fase Reprodutiva)***	46	108	62
III (Ciclo total)****	16	108	92

* Dias após transplântio das mudas; **Pós-transplântio/50% das plantas apresentarem flores femininas; *** 50% das plantas apresentarem flores femininas/colheita; **** Pós-transplântio/colheita.

Foram utilizados dois ambientes protegidos com estrutura de madeira, e tetos em arco metálico, cobertos com filmes plásticos de polietileno transparente de 150 micra com tratamento anti-UV, e laterais fechadas totalmente, com tela de polipropileno. O ambiente onde foram

conduzidos os experimentos I e II tinha comprimento de 20 metros, largura de 7 metros (área interna de 140 m²) e pé direito de 3,5 metros. Já o experimento III foi conduzido em ambiente com 12 metros de comprimento e largura de 6,5 metros (área interna 78 m²).

O solo do local onde foram construídos os ambientes foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2006). Para realização das análises físicas e químicas foram coletadas amostras compostas representativas em cada ambiente protegido para a camada de 0-0,30 m.

As análises físicas e a classificação textural das amostras dos solos foram realizadas no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Para o solo dos experimento I e II foram obtidos 09, 23, 68%, de areia, silte e argila, respectivamente, e para o solo do experimento III, foi obtido 07, 21 e 71% de areia, silte e argila, respectivamente. Ambos os solos foram classificados como muito argilosos.

As equações de retenção de água no solo foram obtidas para a camada de 0-0,30 m de profundidade utilizando amostras deformadas. Para determinação dos pontos de menor tensão de água no solo (2, 4, 6, 8 e

10)kPa foi utilizado o método do funil de placa porosa e para as tensões de (33, 100, 500 e 1500)kPa, a câmara de pressão de Richards.

Os parâmetros de ajuste das equações características de água no solo, segundo o modelo de van Genuchten (1980), foram obtidos utilizando o software RETC versão 6.02 (van Genuchten et al., 2013). As equações 1 e 2 representam os modelos matemáticos das curvas características de retenção de água no solo para os experimentos (I e II) e III, respectivamente.

$$\theta = 0,2456 + \left(\frac{0,5669 - 0,2456}{[1 + (0,2538|\Psi|)^{2,3729}]^{0,5936}} \right) \quad (1)$$

$$\theta = 0,2456 + \left(\frac{0,5213 - 0,2520}{[1 + (0,2585|\Psi|)^{2,4379}]^{0,5898}} \right) \quad (2)$$

Em que,

θ - Umidade do solo, $\text{cm}^{-3} \text{ cm}^{-3}$

ψ - Potencial matricial da água no solo, kPa

Realizou-se a aplicação de calcário, 90 dias antes de iniciar os experimentos, sendo utilizados $1,3 \text{ t ha}^{-1}$ para os experimentos I e II e $1,6 \text{ t ha}^{-1}$ para o experimento III. As adubações foram realizadas com base na necessidade nutricional da cultura, utilizando na adubação de plantio 1100 kg ha^{-1} de superfosfato simples, 100 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, 170 kg ha^{-1} de sulfato de amônio, 2 kg m^{-2} de substrato orgânico comercial. A adubação de cobertura foi parcelada em aplicações a cada dez dias, em suas respectivas dosagens e fontes, 240 kg ha^{-1} ureia (fonte de N) e 100 kg ha^{-1} de cloreto de potássio (fonte de K_2O).

A semeadura foi realizada dia 28/07/2013, em bandejas de polietileno de 50 células, posteriormente, as mudas foram levadas aos ambientes, onde foram realizados os transplantes dia 26/08/2013. A condução da cultura foi feita com mourões de eucalipto de 2,30 m de altura, espaçados de 5,0 m, para cada linha de plantio, com 2 fios de arame liso número 12, presos e esticados. As plantas foram tutoradas na vertical em sistema de haste única, presas por fitilhos instalados transversalmente aos fios de arame durante todo o seu ciclo.

Retiraram-se todos os brotos laterais, até o 11^o entrenó, e posteriormente, nos nós subsequentes, foram deixadas somente duas

hastes secundárias por planta, pois, em cada haste foi formado um fruto (2 frutos por planta). Nas hastes secundárias foram retirados todos os brotos que surgiram e foi realizada uma poda dos ramos laterais, à altura de uma folha após o fruto, procurando deixar o fruto o mais próximo da haste principal. Após a emissão das flores foi realizada a polinização artificial, devido a baixa população de insetos polinizadores nos ambientes utilizados.

O controle de pragas e doenças foi realizado através de aplicações preventivas de defensivos agrícolas recomendados para a cultura do melão e o controle das plantas daninhas foi realizado periodicamente através de capinas manuais.

Instalou-se termohigrômetros digitais no interior dos ambientes, a 2m de altura do solo para monitoramento das temperaturas do ar (máxima e mínima), e umidades relativas do ar (máximas e mínimas).

Utilizou-se um sistema de irrigação localizada, composto de reservatório, cabeçal de controle e registros utilizados no controle da irrigação de cada tratamento. Para conduzir a água até os canteiros utilizaram-se tubulações de polietileno de 16 mm. Sobre essas tubulações foram inseridos emissores autocompensantes, trabalhando dentro da faixa

de pressão recomendada pelo fabricante, com uma vazão de $4,0 \text{ L h}^{-1}$, sendo um gotejador por planta.

Após a montagem e distribuição do sistema de irrigação em cada ambiente, foram determinados os coeficientes de uniformidade de distribuição de água (CUD) do sistema de irrigação pela Equação 3. Para isso, foram coletadas as vazões de todos os gotejadores do sistema.

$$\text{CUD}(\%) = \frac{q_{25\%}}{q_{\text{média}}} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

CUD = Coeficiente de uniformidade de distribuição, (%);

$q_{25\%}$ = média de 25% das vazões com menores valores, (L h^{-1});

$q_{\text{média}}$ = média geral de todas as vazões, (L h^{-1}).

As vazões médias dos gotejadores obtidas foram de $3,96$ e $3,97 \text{ L h}^{-1}$ e o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) encontrado foi de $96,5$ e 97% , para os experimentos (I e II) e para o experimento III, respectivamente.

O momento de irrigar foi dado pelas tensões de água no solo pré-determinadas. Nos tratamentos com tensão de 15, 30, 60 kPa foram instalados tensiômetros e nos tratamentos com tensão de 120 kPa foram instalados sensores de matriz granular (Watermark). Os tensiômetros e sensores de matriz granular foram instalados nas profundidades de 0,10 e 0,25m, em cada uma das unidades experimentais.

As leituras dos tensiômetros foram feitas com um tensímetro de punção digital e a leitura da tensão de 120 kPa foi obtida pelo medidor Watermark®, diariamente, no período da manhã, irrigando-se quando a média de pelo menos três valores obtidos nos medidores acusavam a tensão indicada pelo tratamento.

As irrigações eram realizadas objetivando elevar a umidade do solo à condição de capacidade de campo. Para o solo onde foram realizados os experimentos esta umidade foi obtida para uma tensão de água no solo de 6 kPa.

O volume de água total aplicado em cada tratamento, foi obtido pelo somatório do volume a ser aplicado nas duas subcamadas de solo (0-20 e 20-30) cm de profundidade, (Equações 4 e 5), respectivamente. Utilizou-se para efeito de calculo, uma eficiência de aplicação de água de 90%.

$$V_{0-20} = \left[\frac{(\theta_{cc} - \theta_{trat}) \cdot V_{solo}}{EA \cdot CUD} \right] \quad (4)$$

$$V_{20-30} = \left[\frac{(\theta_{cc} - \theta_{trat}) \cdot V_{solo}}{EA \cdot CUD} \right] \quad (5)$$

Em que:

V = Volume de água a ser aplicada em cada tratamento, (L);

θ_{cc} = Umidade do solo na capacidade de campo, ($\text{cm}^{-3} \text{cm}^{-3}$);

θ_{trat} = Umidade do solo tensão de cada tratamento, ($\text{cm}^{-3} \text{cm}^{-3}$);

V_{solo} = Volume de solo da subcamada, (L);

EA = 90%;

CUD = 96,5 e 97%.

A colheita teve início aos 91 DAT, dia 25/11/2013 e fim aos 108 DAT, dia 12/12/2013. Utilizou-se como critérios para retirada dos frutos à coloração da casca e a inserção do pedúnculo.

A produção foi avaliada pesando-se os frutos individualmente em uma balança digital com precisão de 5 g, os resultados de produtividade foram expressos em kg planta^{-1} .

Determinaram-se os diâmetros longitudinal e transversal através da medição direta de todos os frutos de cada tratamento com auxílio de paquímetro digital, com valores expressos em mm.

A firmeza da polpa foi medida como resistência a penetração, utilizando-se um penetrômetro digital com ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro. Foram feitas duas medidas diretamente na polpa em cada lado do fruto, os resultados foram obtidos em Newton (N).

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados diretamente com o refratômetro digital, com compensação automática de temperatura. Os valores de sólidos solúveis totais foram expressos em % de °BRIX.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativas foi feita a análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização do experimento I e II, as temperaturas máximas obtidas no interior do ambiente variaram entre 20,7 e 40,3 °C, as mínimas entre 10,6 e 21,1 °C e as médias entre 17,7 e 28,8 °C. No ambiente onde

foi realizado o experimento III, as temperaturas máximas variaram entre 22,2 e 44,1°C, as mínimas entre 10,3 e 20,3°C e as médias entre 17,7 e 31,4°C. Observou-se que na maior parte do tempo as temperaturas médias do ar estiveram dentro da faixa ótima para melhor crescimento e produção do meloeiro, entre 20 e 30 °C (Alvarenga & Resende, 2002).

As umidades relativas médias do ar variaram entre 50 e 90% nos dois ambientes utilizados, estando na maior parte do tempo, próximo da faixa de umidade considerada ideal para cultivo do melão, entre 65 e 75% (Brandão Filho & Vasconcelos, 1998).

As lâminas de irrigação aplicadas e o número de irrigações realizadas em cada tratamento de tensão de água no solo, para os experimentos I, II e III, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Lâminas de irrigação aplicadas, e número de irrigações realizadas, correspondente a cada tensão de água no solo, durante os períodos de pegamento, diferenciação dos tratamentos (DT) e imposição de 15 kPa (15kPa), para os experimentos I, II e III.

Tensão (kPa)	Lâmina de irrigação (mm)				Número de Irrigações			
	Pegamento	DT	15kPa	Total	Pegamento	DT	15kPa	Total
15*	20	91,31	175,40	286,71	08	06	11	17
30*	20	59,44	175,40	254,85	08	03	11	14
60*	20	45,40	175,40	240,80	08	02	11	13
120*	20	35,88	175,40	230,98	08	02	11	13
15**	20	175,40	91,31	286,71	08	11	06	17
30**	20	153,36	91,31	263,13	08	07	06	13
60**	20	137,87	91,31	249,18	08	06	06	12
120**	20	48,14	91,31	159,45	08	02	06	08
15***	20	288,76	-	288,76	08	20	-	20
30***	20	250,69	-	250,69	08	14	-	14
60***	20	224,22	-	224,22	08	12	-	12
120***	20	77,78	-	77,78	08	04	-	04

*Experimento I (Fase Vegetativa); **Experimento II (Fase Reprodutiva); ***Experimento III (Ciclo Total)

Experimento I (Fase Vegetativa)

O resumo da análise de variância para a produtividade, comprimento e diâmetro dos frutos, sólidos solúveis totais e firmeza da polpa do fruto em função da tensão de água no solo é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 Análise de variância para as médias da Produtividade (PROD), Comprimento (CF) e diâmetro médios dos frutos (DF), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Firmeza da polpa do fruto (FIRM), em função das tensões de água no solo (Experimento I).

FV	GL	QM				
		PROD (kg.planta ⁻¹)	CF(mm)	DF(mm)	SST(°Brix)	FIRM(N)
Tensão	3	0,024ns	6,33ns	0,561ns	0,4508ns	9,89ns
Resíduo	12	0,038	26,61	12,70	1,0238	23,58
CV(%)		8,21	3,86	2,81	9,98	17,06
Média G.		2,38	133,56	126,97	10,14	28,46

ns: não significativo a 5% de probabilidade

Observa-se que os tratamentos não afetaram de forma significativa nenhuma das variáveis analisadas, indicando, que a fase vegetativa do melão Híbrido Néctar em estudo, resiste a tensões de água no solo de até 120 kPa, sem prejudicar significativamente os parâmetros produtivos e qualitativos.

Bilibio et al. (2010), verificaram que as tensões de água no solo (15, 30, 45, 60 e 80) kPa, utilizadas como tratamento, não influenciaram significativamente, o diâmetro do caule, a altura da planta e a produtividade da berinjela, quando aplicadas durante a sua fase vegetativa. A autora atribuiu o fato ao curto período de tempo em que as plantas estiveram submetidas aos tratamentos, 24 dias.

Todavia, Oliveira et al. (2011) e Carvalho et al. (2012), quando aplicaram diferentes tensões de água no solo durante a fase vegetativa do pepino japonês e da ervilha, respectivamente, verificaram que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, para os parâmetros analisados.

Experimento II (Fase Reprodutiva)

Na Tabela 4 é apresentado o resumo da análise de variância para as variáveis, produtividade, comprimento e diâmetro dos frutos, sólidos solúveis totais, e firmeza da polpa do fruto em função da tensão de água no solo aplicada durante a fase reprodutiva da cultura.

Tabela 4 Análise de variância para as médias da Produtividade (PROD), Comprimento (CF) e diâmetro médios dos frutos (DF), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Firmeza da polpa do fruto (FIRM), em função das tensões de água no solo (Experimento II).

FV	GL	QM				
		PROD(kg.planta ⁻¹)	CF(mm)	DF(mm)	SST(°Brix)	FIRM(N)
Tensão	3	0,1109**	67,46**	81,74**	0,12ns	18,00ns
Resíduo	12	0,0056	4,86	3,57	0,50	63,30
CV(%)		3,53	1,77	1,61	6,91	27,06
Média		2,13	124,64	117,73	10,23	29,40

ns: não significativo; **significativo a 1% de probabilidade

Observa-se que os tratamentos afetaram significativamente a produtividade, o comprimento e o diâmetro médio dos frutos. Para as variáveis qualitativas, sólidos solúveis totais e firmeza da polpa do fruto, não houve diferença estatística significativa entre as diferentes tensões de água no solo.

As análises indicaram um decréscimo linear da produtividade, comprimento e diâmetro médio dos frutos, com o incremento da tensão de água, apresentando coeficientes de determinação acima de 0,8767, conforme demonstrados nas Figuras (1A e 1B).

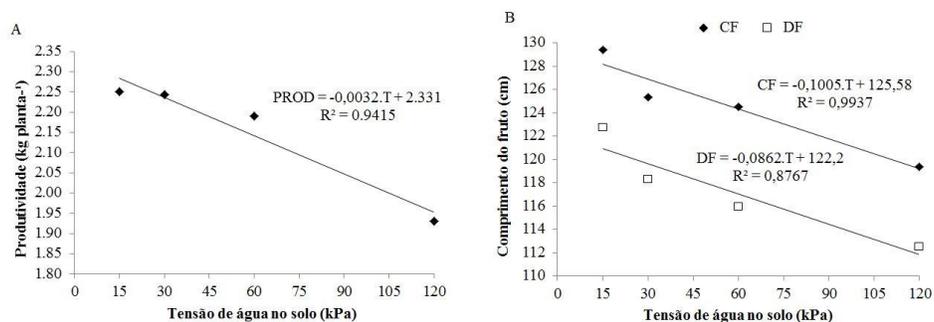


Figura 1 Produtividade média (A); Comprimento e diâmetro médios dos frutos (B), do melão tipo Gália cv. Néctar, em função de diferentes tensões de água no solo, no experimento II.

Nota-se que as maiores produtividades, comprimento e diâmetro médio dos frutos foram obtidos para tensão de água no solo de 15 kPa, ou seja, o tratamento que foi mantido com a umidade do solo mais próxima a umidade de capacidade de campo.

As afirmações de Braga (2015), de que o período compreendido entre o início do florescimento e o início da maturação dos frutos do meloeiro é o mais crítico e que a umidade do solo deve ser mantida próxima a umidade de capacidade de campo, que normalmente corresponde ao teor de água no solo que está retida a uma força que varia de 8 kPa a 15 kPa e que o déficit hídrico reduz o tamanho dos frutos, comprometendo a produtividade, corroboram com os resultados do presente estudo.

Em trabalhos conduzidos por Oliveira et al. (2011), Carvalho et al. (2012) e Bilibio et al. (2010), também foram observadas diferenças significativas na produção do pepino japonês, ervilha, berinjela, respectivamente, quando submetidas às diferentes tensões de água no solo na fase reprodutiva, indicando a tensão de 15 kPa, para a obtenção de maiores rendimentos.

Experimento III (Ciclo total)

O resumo da análise de variância para as variáveis, produtividade, comprimento e diâmetro dos frutos, sólidos solúveis totais, e firmeza da polpa do fruto em função da tensão de água no solo aplicada durante todo o ciclo da cultura é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 Análise de variância para as médias da Produtividade (PROD), Comprimento (CF) e diâmetro médios dos frutos (DF), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Firmeza da polpa do fruto (FIRM), em função das tensões de água no solo (Experimento III).

FV	GL	QM				
		PROD(kg.planta ⁻¹)	CF(mm)	DF(mm)	SST(°Brix)	FIRM(N)
Tensão	3	0,091*	87,66*	86,08ns	1,520ns	21,80ns
Resíd.	12	0,018	22,18	28,15	1,848	65,54
CV(%)		6,31	3,93	4,65	13,85	28,01
Média G.		2,15	119,56	114,12	9,81	28,90

ns: não significativo; *significativo a 5% de probabilidade

Observa-se que os tratamentos aplicados somente interferiram de forma significativa na produtividade e comprimento médio dos frutos. Nas Figuras 2A e 2B, estão demonstrados os valores médios de produtividade e comprimento dos frutos, respectivamente, em função das diferentes tensões de água no solo.

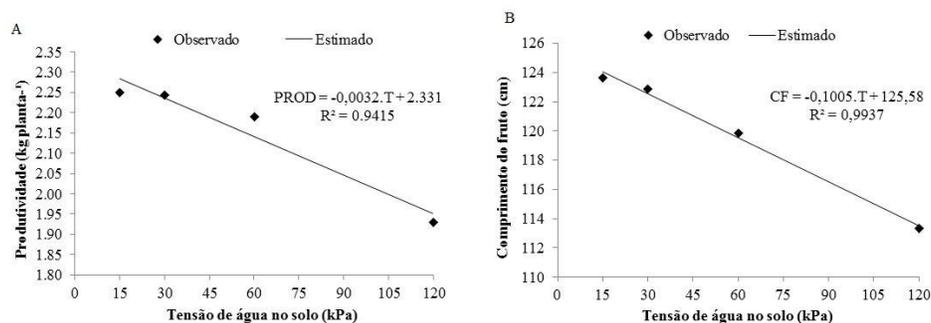


Figura 2 Produtividade média (2A) e comprimento médio dos frutos (2B) do meloeiro em função das tensões de água no solo (Experimento III).

Nota-se uma redução linear da produtividade média e do comprimento médio dos frutos em função das tensões de água no solo aplicadas. Comportamento semelhante foi obtido por Zeng et al. (2009) e Li et al. (2012), quando submeteram cultivares de melão, a diferentes condições de déficit hídrico, utilizando TDR (Reflectometria no domínio de tempo) para controle das irrigações.

A maior produtividade média dos frutos foi obtida para a menor tensão de água no solo aplicada, ou seja, 15 kPa. De forma semelhante, Braga et al. (2006) estudaram o efeito de diferentes tensões de água no solo (30, 40, 50 e 70) kPa, sobre a produtividade do meloeiro, obtendo maior produtividade para tensão de água no solo de 30 kPa.

Efeito do déficit hídrico sobre a produção do meloeiro nos experimentos (I, II e III)

Considerando a tensão de água no solo de 15 kPa como referencial, ou seja, aquela que promoveu maior produção total por planta, comprimento e diâmetro médio dos frutos, atribuiu-se o percentual de redução para cada variável produtiva analisada e, na Tabela 6, é apresentada a queda relativa de produção média em função da tensão de água no solo, nos experimentos I, II e III.

Tabela 6 Déficit hídrico (DH), queda relativa da produção total por planta (PROD), comprimento médio dos frutos (CF) e do diâmetro médio dos frutos (DF) em função da tensão de água no solo para os experimentos I (FV), II (FR) e III (CT).

Tensão (kPa)	DH (%)			PROD (%)			CF (%)			DF (%)		
	FV	FR	CT	FV	FR	CT	FV	FR	CT	FV	FR	CT
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	34,90	12,57	13,18	2,13	2,22	0,31	0,01	3,15	0,61	0,03	3,64	4,12
60	50,28	21,40	22,35	5,27	2,55	2,67	0,04	3,78	3,07	0,07	5,52	5,37
120	60,70	72,55	73,05	6,99	16,22	14,22	0,06	7,73	8,32	0,10	8,30	9,42

Observa-se para os experimentos II e III que o déficit hídrico de 21,40 e 22,35% promoveram reduções na produtividade da ordem de 2,55 e 2,67 %, respectivamente, para a tensão de 60 kPa. No entanto, nota-se

que para um déficit hídrico mais severo, 72,55 e 73,05%, obtidos para a tensão de 120 kPa, provocou uma queda na produção da ordem de 16,22 e 14,22%, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cabello et al., (2009), onde estudaram o efeito do déficit hídrico no melão tipo pele de sapo cv. Sancho, em condições de campo. Os autores verificaram que um déficit hídrico de 25% da evapotranspiração da cultura (ETC) não afetou de forma significativa as variáveis de rendimento e de qualidade dos frutos, no entanto, quando as plantas foram submetidas a um déficit hídrico de 40% da ETC, estas se diferenciaram estatisticamente, promovendo uma queda de produção de 22%, quando comparado ao tratamento sem déficit hídrico.

Os resultados indicam que o déficit hídrico provocado pelo tratamento de 60 kPa não foi suficiente para promover grandes reduções na produtividade e na qualidade dos frutos em nenhum dos experimentos realizados; corroborando com as afirmações de Alvarenga & Resende (2002). Entretanto, resultados obtidos por Braga et al. (2006), mostram que a tensão de água no solo 40 kPa deve ser utilizada como limite para iniciar as irrigações, sem que haja perdas significativas de produtividade.

CONCLUSÕES

Nas condições deste experimento a tensão 120 kPa pode ser utilizada para manejo da irrigação durante a fase vegetativa, sem que haja perdas significativas de produtividade e qualidade dos frutos.

Os experimentos fase reprodutiva e ciclo total, mostraram-se sensíveis à imposição das tensões de água no solo, apresentando maiores produtividade para tensão de água no solo de 15 kPa.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro disponibilizado ao longo desta pesquisa, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig) pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarenga MAR & Rezende GM (2002) **A cultura do melão**. Lavras: UFLA/FAEPE, 149p.

- Bilibio C, Carvalho JA, Rezende FC, Freitas EA & Gomes LAA (2010) Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, 14:730-735.
- Braga MB, Duenhas LH, Souza CMP & Klar AE (2006) Orientação geográfica de estufas de polietileno e potenciais de água no solo no cultivo do melão rendilhado híbrido 'nero'. *Irriga*, 11:130-138.
- Braga MB (2015). Sistema de produção de melão: Irrigação. Disponível em: www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_2599.pdf
- Brandão Filho JUT & Vasconcellos MAS (1998) A cultura do meloeiro. In: Goto R, Tivelli SW (Org.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: FUNEP, p.161-193.
- Cabello MJ, Castellanos MT, Romojaro F, Martinez-Madrid C & Ribas F (2009) Yield and quality of melon grown under different irrigation and nitrogen rates. *Agric. Water Manage*, 96:866–874.
- Dantas AAA, Carvalho LG & Ferreira E (2007) Classificação e tendência climática em Lavras. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, MG, 31:1862-1866.

- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos, Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- Faberio C, de Santa Olalla MF & de Juan JA (2002) Production of muskmelon (*Cucumis melo* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. *Agric. Water Manage.* 54:93–105.
- Ferreira DF (2011) SISVAR: Um sistema computacional de análise estatística. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039- 1042.
- Klar AE & Jadosky SO (2004) Irrigation and mulching management for sweet pepper crop in protected environment. *Irriga, Botucatu*, 9:217-224.
- Li Y-J, Yuana B-Z, Bieb Z-L & Kangc Y (2012) Effect of drip irrigation criteria on yield and quality of muskmelon grown in greenhouse conditions. *Agric. Water Manage.* 109:30–35.
- Oliveira EC, Carvalho JA, Silva WG, Rezende FC & Almeida WF (2011) Effects of water deficit in two phenological stages on production of japanese cucumber cultivated in greenhouse. *Engenharia Agrícola*, 31:676-686.

Van Genuchten MT (1980) A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal, 44: 892-898.

Van Genuchten MT, Simunek J, Leij FJ & Sejna M. RETC version 6.02. Disponivel em: <http://www.pc-progress.com/en/Default.aspx?retc-downloads>. Acesso em 02 agosto. 2013.

Sensoy S, Ertek A, Gedik I & Kucukyumuk C (2007) Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.). Agric. Water Manage. 88:269–274.

Zeng C-Z, Bie Z-L, Yuan B-Z (2009) Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. Agric. Water Manage. 96:595–602.

ARTIGO 2 Produção do melão tipo Gália submetido a diferentes lâminas de irrigação

Normas da revista Engenharia Agrícola (Versão submetida, sujeita a modificações)

RESUMO: Objetivou-se avaliar as características produtivas do melão tipo Gália, cultivado em ambiente protegido, variando a lâmina de água aplicada e a cobertura do solo. Foram realizados dois experimentos simultaneamente, em ambiente protegido, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde as plantas do melão tipo Gália (cv. híbrida Néctar), foram submetidas a cinco níveis da lâmina de reposição de água no solo (50, 75, 100, 125 e 150)%, com quatro repetições, sendo que os experimentos diferenciaram-se apenas pelo uso (CC) ou não (SC) de cobertura plástica do solo. Os resultados permitiram concluir que as variáveis produtividade, massa média, comprimento e diâmetro médio dos frutos foram afetadas pelos diferentes níveis de reposição de água no solo independentemente do uso ou não da cobertura do solo. As maiores produtividades 49,67 e 43,55 t. ha⁻¹ foram obtidas para o tratamento de 100%, onde as lâminas aplicadas foram 169,36 e 153,5 mm, para os experimentos SC e CC, respectivamente. As maiores reduções na produtividade 45,29 e 32,03% foram observadas para o tratamento de 50%, para os experimentos CC e SC, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVES: Manejo de irrigação, ambiente protegido, produtividade

Gália Melon production under different irrigation water depths.

ABSTRACT: This study objective was to evaluate the productive characteristics of “Gália” Melons, grown in greenhouse, varying the applied irrigation water depth and soil cover. Two experiments were carried out simultaneously, using a completely randomized design (CRD), where plants of “Gália” Melon (cv. Hybrid Nectar) have been submitted to five levels of soil water replacement depths (50, 75, 100, 125 and 150%), with four replications, being the experiments different from each other only by the use or not of plastic mulching. The results showed that the variables yield, average weight, length and fruits diameter were affected by the different levels of water replacement in the soil independently of the use of soil cover or not. Higher yields, of 49.67 and 43.55 t. ha⁻¹, were obtained for the 100% treatment, where irrigation water depths of 169.36 and 153.5 mm were applied, on experiment without mulching and with it, respectively. The largest reductions in productivity, 45.29 and 32.03%, were observed for the 50% treatment, for experiments with mulching and without it, respectively.

KEY-WORDS: Irrigation management, protected environment, yield

INTRODUÇÃO

Os melões nobres, como os do tipo Gália, aumentam a cada dia a sua participação no mercado, principalmente devido as suas características produtivas e qualitativas. O sucesso na produção desse tipo de melão depende do uso de tecnologias que permitem a maximização do lucro e o aumento da produtividade com um mínimo de aporte de energia, água e mão de obra.

Diante da crise hídrica atual, algumas tecnologias podem ser empregadas a fim de minimizar o desperdício e mau uso da água na agricultura brasileira, o que representa aproximadamente 54% da água doce consumida no país, (BRASIL, 2012).

A microirrigação se destaca como uma tecnologia a ser utilizada na economia de água além dos aspectos econômicos da produção agrícola (FRIZONNE et al., 2012). Outra tecnologia aliada é a cobertura plástica do solo, que em conjunto com a irrigação por gotejamento reduz a evaporação e diminui a necessidade de irrigações pelas culturas, (LAMENT, 1993).

Algumas pesquisas mostraram que o melão é sensível ao déficit hídrico, com redução da produção e do tamanho dos frutos se cultivado

com restrição de água (DANTAS et al., 2011; ZENG et al., 2009; CABELLO et al., 2009; LI et al., 2012). Por outro lado, a água excessiva no solo pode ocasionar além de redução de produtividade, problemas de qualidade dos frutos em diferentes culturas (CABELLO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; CARVALHO et al., 2011; SANTANA et al. 2009; DOGAN et al., 2008).

Nesse aspecto, o manejo da irrigação se torna uma ferramenta importante para aumentar eficiência de uso da água, a produtividade e o retorno econômico das culturas. O balanço hídrico pode ser utilizado, mantendo o solo sempre próximo a capacidade de campo, evitando que a planta sofra com o estresse hídrico.

O cultivo do melão em ambiente protegido, o manejo adequado da irrigação e o uso da cobertura plástica do solo, são tecnologias bastante utilizadas. No entanto, existe uma carência de estudos sobre as respostas produtivas do meloeiro sob efeito de estresse hídrico, para as características climáticas do Sul de Minas Gerais.

Portanto, neste trabalho o objetivo foi avaliar as características produtivas do melão tipo Gália, cv. Híbrido néctar, cultivado em

ambiente protegido e sob diferentes níveis da lâmina de reposição de água e cobertura do solo.

MATERIAL E METODOS

Os experimentos foram realizados no Setor de Engenharia de Água Solo do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, localizada a 21° 14' 00'' de latitude sul e 45° 00' 00'' de longitude oeste e 918 m de altitude. O clima segundo a classificação climática de Koppen é Cwa. A temperatura média anual do ar é de 20,4°C e a precipitação média anual de 1460,0 mm (DANTAS et al., 2007).

O ambiente protegido utilizado possui estrutura de madeira, cobertura em arco metálico e filmes plásticos em polietileno transparente de 150 micra com tratamento anti-UV, e laterais fechadas totalmente, com tela de polipropileno.

O estudo constituiu-se de dois experimentos realizados simultaneamente. Para cada experimento utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde as plantas do melão tipo Gália (cv. híbrida Néctar) espaçadas de 1,0 x 0,5 m, foram submetidas a cinco níveis da lâmina de reposição de água 50, 75, 100, 125 e 150 %, com quatro

repetições. Os experimentos I e II foram conduzidos com a superfície sem cobertura do solo (SC) e com cobertura do solo (CC), respectivamente.

A semeadura foi realizada dia 02/01/2014, em bandejas de isopor de 200 células, posteriormente, as mudas foram levadas aos ambientes, onde foram transplantadas no dia 06/02/2014, colocando-se uma muda por vaso.

As plantas foram cultivados em vasos com volume útil de 20 L, dispostos sobre uma bancada 0,20 m de altura, de forma a permitir a coleta de água drenada. Em cada vaso foram colocados aproximadamente 2 kg de areia fina, juntamente com um tecido de polietileno fino em seu fundo, antes de colocar o substrato, com o objetivo de facilitar a drenagem nos vasos.

O solo utilizado para confecção do substrato foi um Latossolo Vermelho distroférico (LVd) de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Após a coleta na camada superficial do solo (0 a 20 cm de profundidade), o solo passado em uma peneira de 4 mm, com o objetivo de reduzir os torrões.

Para obtenção de 200 L de substrato, ou seja, para cada dez vasos utilizaram-se 73 kg de areia fina peneirada, 120 kg de terra virgem de

barranco, um saco de composto orgânico comercial, 1 kg de calcário Dolomítico, 0,355 kg de Ureia, 2,8 kg de Super fosfato Simples, 0,533 kg de Cloreto de Potássio.

A condução da cultura foi feita com mourões de eucalipto de 2,30 m de altura, espaçados de 2,5 m, para cada linha de plantio, com um fio de arame liso número 12, presos e esticados. As plantas foram tutoradas na vertical em sistema de haste única, presas por fitilhos instalados transversalmente ao fio de arame durante todo o seu ciclo.

Retiraram-se todos os brotos laterais, até o 11^o entrenó, posteriormente, nos nós subsequentes, foram deixadas somente duas hastes secundárias por planta, pois, em cada haste foi formado um fruto. Nas hastes secundárias foram retirados todos os brotos que surgiram e foi realizada uma poda dos ramos laterais, a altura de uma folha após o fruto, procurando deixar o fruto o mais próximo da haste principal. Após a emissão das flores foi realizada a polinização artificial.

Para monitoramento das temperaturas do ar (máxima e mínima), e umidades relativas do ar (máximas e mínimas), instalou-se um termohigrômetro digital no centro do ambiente protegido, a 2m de altura do solo. Também foi instalado um tanque classe A para medir a

evaporação, cujas leituras foram realizadas diariamente, no período da manhã.

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, composto de reservatório, cabeçal de controle e registros utilizados no controle da irrigação de cada tratamento. Para conduzir a água até os vasos foram utilizados tubulações de polietileno de 16 mm, onde foram inseridos emissores autocompensantes, trabalhando dentro da faixa de pressão recomendada pelo fabricante, com uma vazão nominal de $4,0 \text{ L h}^{-1}$, sendo um gotejador por planta.

Após a montagem e distribuição do sistema de irrigação, foram determinados os coeficientes de uniformidade de distribuição de água (CUD) do sistema de irrigação. Para isso, foram coletadas as vazões de todos os gotejadores do sistema. A vazão média do sistema obtida foi de $4,02 \text{ L h}^{-1}$ e o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) encontrado foi de 98,13%.

As irrigações foram realizadas diariamente tomando como referência o volume de água aplicado no tratamento de 100%. Neste, o volume de água drenado diariamente foi coletado utilizando-se garrafas PET com capacidade de 2L.

Nos primeiros 12 DAT foi aplicada uma lâmina de 10 mm para pegamento e uniformização das mudas e a partir do 13 DAT os tratamentos foram diferenciados e o solo foi saturado.

A partir deste momento, para a determinação da quantidade de água a ser aplicada no tratamento de referência (100%), considerou-se o consumo de água referente ao dia anterior, de forma que a lâmina de água percolada correspondesse a +/- 10% da lâmina de água aplicada nas irrigações.

Os diferentes níveis da lâmina de reposição utilizados como tratamento foram ajustados, considerando-se o volume de água consumida no tratamento de 100%, ou seja, o volume de água obtido pela diferença entre o volume total de água aplicado e o volume de água drenado.

Realizou-se a colheita 76 dias após transplântio (DAT), no dia 24/04/2014, utilizando-se como critérios para retirada dos frutos à coloração da casca e a inserção do pedúnculo. O controle de pragas e doenças foi realizado através de aplicações preventivas de defensivos agrícolas recomendados para a cultura do melão.

Após a colheita, pesou-se os frutos individualmente em uma balança digital com precisão de 5 g. Para determinação da produtividade foram

consideradas 20.000 plantas por hectare, e os resultados foram expressos em tonelada por hectare.

Determinaram-se os diâmetros longitudinal e transversal pela medição direta de todos os frutos de cada tratamento com auxílio de paquímetro digital, com valores expressos em mm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativas foi feita a análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização dos experimentos SC e CC, as temperaturas máximas obtidas no interior do ambiente variaram entre 23,70 e 39,20 °C, as mínimas variaram entre 13,10 e 21,60 °C e as médias entre 20,15 e 28,85 °C. Observou-se que as temperaturas médias do ar estiveram dentro da faixa ótima para melhor crescimento e produção do meloeiro, que varia entre 20 e 30 °C (ALVARENGA & RESENDE, 2002).

As umidades relativas médias do ar variaram entre 61 e 90% no interior do ambiente protegido, estando a maior parte do tempo, próximo

da faixa de umidade considerada ideal para cultivo do melão, entre 65 e 75% (BRANDÃO FILHO & VASCONCELOS, 1998).

As lâminas obtidas para o tratamento de controle (100%), ao final dos experimentos (SC) e (CC) foram 185,32 e 166,92 mm, e as lâminas totais drenadas foram 15,96 e 13,42 mm, respectivamente. Os níveis da lâmina de reposição de água corrigidos e as lâminas de água consumidos em cada tratamento, durante a condução dos experimentos (SC) e (CC), estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 Percentuais da lâmina de reposição corrigidas (PC), lâmina de água consumida (LC), para cada tratamento aplicado nos experimentos (SC) e (CC).

Trat (%)	-----NC (%)-----		-----LC (mm)-----	
	SC	CC	SC	CC
50	54,71	54,37	92,66	83,46
75	82,07	81,55	139,00	125,20
100	100,00	100,00	169,36	153,50
125	136,78	135,92	231,66	208,66
150	164,14	163,11	277,98	250,38

Observa-se, para o tratamento de 100%, que a lâmina de água total aplicada no experimento (CC), foi inferior a lâmina de água aplicada no experimento sem cobertura plástica do solo (SC), apresentando uma

economia de 9,36% no consumo de água. Essa diferença no consumo deu-se principalmente nas fases inicial e de desenvolvimento da cultura, uma vez que fator evaporação é preponderante.

Na Figura 1, estão demonstrados os valores referentes à lâmina de água evaporada do tanque classe A reduzido e a relação entre a água consumida (L_c) e a evaporação do tanque (E_v), obtida para o tratamento de 100 % (Lâmina de reposição), durante a condução dos experimentos (SC) e (CC).

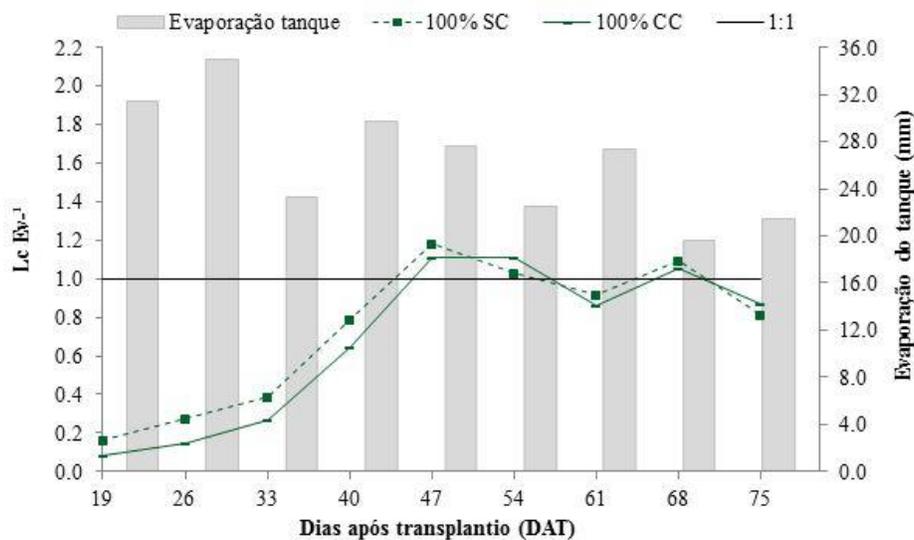


FIGURA 1. Evaporação no tanque reduzido e relação entre a água consumida no tratamento de 100% de reposição de água e a evaporação do tanque classe A reduzido, para um acumulado de 7 dias durante a condução dos experimentos (SC) e (CC).

Observa-se que a lâmina de reposição de água utilizada até os 47 (DAT) está abaixo da evaporação do tanque classe A reduzido instalado no interior do ambiente, a partir daí, os valores se aproximaram, e a relação permaneceu próximo da unidade até os 68 (DAT), voltando a cair.

De forma geral, verificou-se um menor consumo de água na fase inicial da cultura, independentemente da utilização ou não da cobertura

do solo, conforme reportado por Pires et al. (2013), corroborando com os resultados do presente trabalho.

MOTTA et al. (2010), avaliaram a armazenagem de água em Cambissolo cultivado com meloeiro, irrigado por gotejamento, sem e com cobertura da superfície do solo, e concluíram que a cobertura da superfície do solo aumentou a armazenagem de água, especialmente nas fases inicial e vegetativa da cultura.

Na Tabela 2 está apresentado o resumo da análise de variância para o experimento SC (Sem cobertura do solo).

TABELA 2. Análise de variância para as médias da Produtividade (PROD), Massa média dos frutos (MMF), Comprimento (CF) e diâmetro (DF) médios dos frutos, em função dos tratamentos (Experimento SC).

FV	GL	QM			
		PROD(t ha ⁻¹)	MMF(g)	CF(mm)	DF(mm)
Tratamento	4	322,28**	201447,30**	530,04**	329,58**
Resíduo	15	59,18	36988,11	86,40	56,28
CV(%)		18,90	18,90	7,38	6,23
Média		40,69	1017,38	125,98	120,45

**significativo a 1% de probabilidade

Observa-se que os tratamentos afetaram significativamente as variáveis analisadas, produtividade média (PROD), massa média dos frutos (MMF), comprimento (CF) e diâmetro (DF) médio dos frutos. Os dados médios obtidos para cada tratamento, no experimento I (sem cobertura do solo), podem ser observados na Tabela 3.

TABELA 3 Produtividade média (PROD), Massa média dos frutos (MMF), comprimento (CF) e diâmetro (DF) médio dos frutos obtidos para cada tratamento, no experimento sem cobertura do solo.

Trat (%)	L (mm)	PROD (t ha ⁻¹)	MMF (g)	CF (mm)	DF (mm)
50	92,66	26,67	666,84	108,25	105,75
75	139,00	39,44	985,93	125,38	120,25
100	169,36	49,67	1241,68	138,63	128,75
125	231,66	47,29	1182,35	133,25	127,13
150	277,98	40,40	1010,09	125,48	120,38

Na Figura 2 (A, B, C e D) estão demonstrados os valores médios de produtividade, massa média, comprimento e diâmetro médio dos frutos em função das lâminas de água obtidas em cada tratamento.

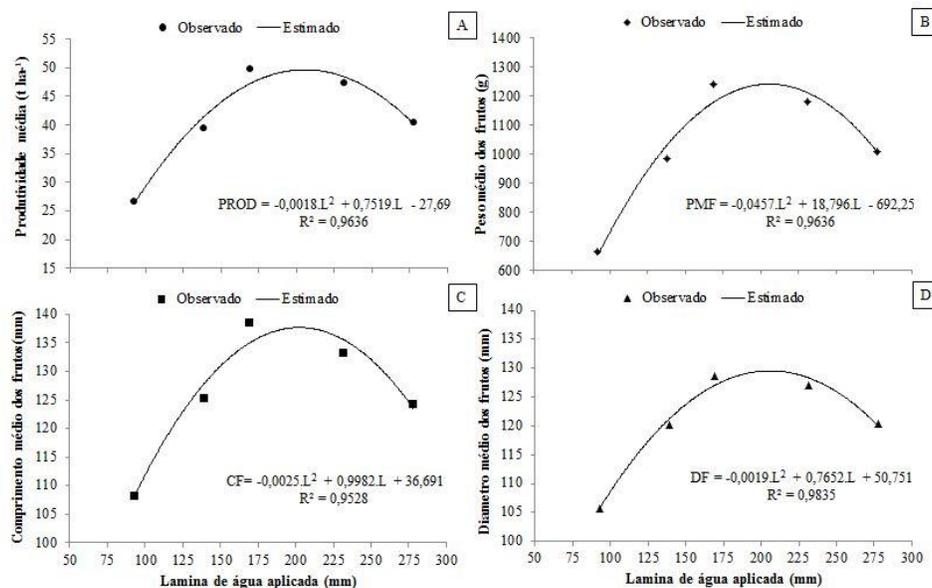


FIGURA 2 Produtividade média (A); Massa média dos frutos (B); Comprimento médio dos frutos (C) e diâmetro médio dos frutos (D), do melão tipo Gália cv. Néctar, em função de diferentes lâminas de reposição, no experimento SC.

Nota-se que houve uma variação da produtividade média em função da lâmina de água aplicada em cada tratamento, atingindo o ponto máximo 50,86 t ha⁻¹, para uma lâmina de água aplicada de 208,9mm, decrescendo a partir deste ponto.

Observa-se que para os tratamentos onde as lâminas foram aplicadas com déficit hídrico, 92,66mm (50%) e de 139,00mm (75%), a queda na produtividade média (PMF), massa média dos frutos (MMF),

comprimento (CF) e diâmetro (DF) médio dos frutos, foi mais acentuada. Contudo, os tratamentos onde as lâminas foram aplicadas em excesso, 231,66 (125%) e 277,98mm (150%), também promoveram redução desses parâmetros.

A análise de regressão aplicada aos dados indica que o modelo descreveu bem o comportamento para o intervalo considerado, apresentando coeficientes de determinação (R^2) acima de 95%.

Na Tabela 4, é apresentado o resumo da análise de variância para as variáveis, produtividade, massa média comprimento e diâmetro dos frutos observados no experimento I, utilizando a cobertura plástica do solo (CC).

TABELA 4. Análise de variância para as médias da Produtividade (PROD), Massa média dos frutos (MMF), Comprimento (CF) e diâmetro (DF) médios dos frutos, em função dos tratamentos no experimento II, com cobertura do solo.

FV	GL	QM			
		PROD (t. ha ⁻¹)	MMF (g)	CF (mm)	DF (mm)
Tratamento	4	140,61**	6,33**	141,41**	130,35**
Resíduo	15	22,81	6,61	24,57	22,15
CV(%)		12,42	3,86	4,04	3,95
Média		38,45	961,32	122,79	119,22

**significativo a 1% de probabilidade

Observa-se que as variáveis analisadas, produtividade média (PROD), massa média dos frutos (MMF), comprimento (CF) e diâmetro (DF) médio dos frutos foram afetadas de forma significativa pelos diferentes níveis da lâmina de reposição de água. Na Tabela 5, estão apresentados os valores médios obtidos dessas variáveis, para cada tratamento (Trat).

TABELA 5 Produtividade média (PROD), Massa média dos frutos (MMF), comprimento (CF) e diâmetro (DF) médio dos frutos obtidos para cada lâmina de água aplicada, durante o experimento com cobertura do solo.

Trat (%)	L (mm)	PROD (t ha ⁻¹)	MMF (g)	CF (mm)	DF (mm)
50	83,46	29,60	740,05	112,75	109,50
75	125,20	38,50	962,46	124,57	119,00
100	153,50	43,55	1088,63	128,63	124,63
125	208,66	41,62	1040,38	125,25	122,75
150	250,38	39,00	975,07	124,63	120,13

Observa-se que os maiores valores de produtividade média, massa média dos frutos e comprimento (CF) e diâmetro (DF) médio dos frutos, foram obtidos para uma lâmina de água aplicada de 153,50mm (100%). Para as lâminas de água aplicadas com déficit hídrico 83,46mm (50%) e

125,20mm (75%), ou com excesso 208,66mm (125%) e 250,38mm (150%), foram observados menores valores.

Os valores médios de produtividade, massa média, comprimento e diâmetro médio dos frutos em função das lâminas de água obtidas em cada tratamento, no experimento sem cobertura do solo (SC), estão demonstrados na Figura 3 (A, B, C e D).

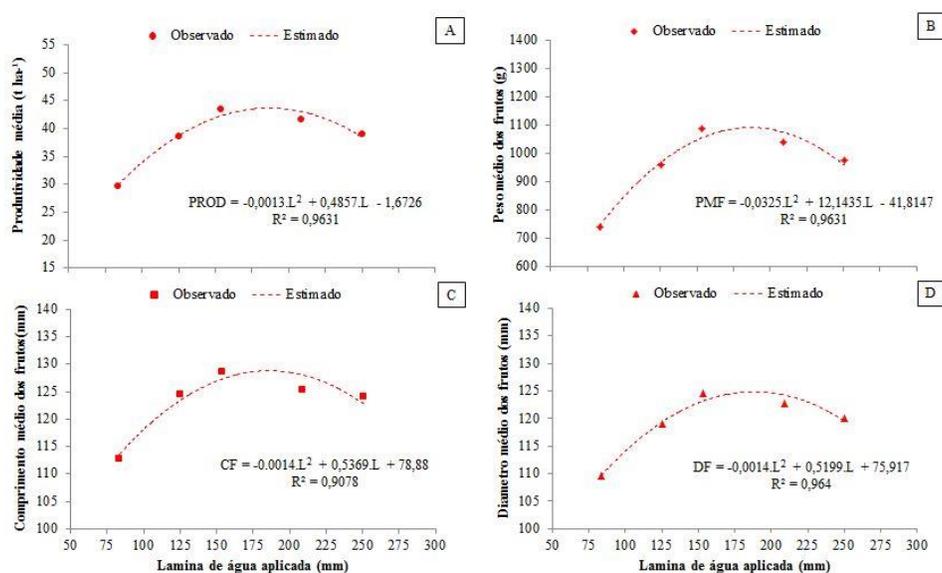


FIGURA 3 Produtividade média (A); Massa média dos frutos (B); Comprimento médio dos frutos (C) e diâmetro médio dos frutos (D), do melão tipo Gália cv. Néctar, em função de diferentes lâminas de reposição, no experimento II.

Observa-se, uma queda polinomial quadrática para a produtividade média, de acordo com o déficit ou excesso de água aplicada em relação à lâmina de reposição 186,9 mm.

A análise de regressão aplicada aos dados indica que o modelo descreveu bem o comportamento para o intervalo considerado, com coeficientes de determinação (R^2) acima de 90%, para todas as variáveis analisadas.

Considerando o tratamento de 100% como referencial, ou seja, aquele que promoveu maiores produtividades, comprimentos e diâmetros médios dos frutos, atribuiu-se o percentual de redução para cada variável produtiva analisada para os experimentos I (CC) e II (SC), (Tabela 6).

TABELA 6 Variação relativa da lâmina de reposição de água corrigida (VRL), queda relativa da produtividade (RPROD), massa média dos frutos (RMMF), comprimento (RCF) e diâmetro médio dos frutos (RDF), para cada tratamento aplicado (Trat).

---Trat (%)--	---VRL (%)---		-RPROD (%)-		--RCF (%)--		-RDF (%)-	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC	SC	CC
50	45,29	45,63	46,32	32,03	21,91	12,35	17,86	12,14
75	17,93	18,45	20,60	11,60	9,56	03,16	06,60	04,52
100	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00
125	36,78	35,92	04,79	04,43	03,88	02,63	01,26	01,51
150	64,14	63,11	18,66	10,45	10,28	03,50	06,50	03,61

Nota-se, que o estresse hídrico em que as plantas foram submetidas, promoveu perdas de produtividade, diâmetro e comprimento médios dos frutos, nos experimentos (SC) e (CC).

Observa-se que as reduções de 17,93 e 18,45% nas lâminas de reposição de água de 169,36 e 153,5mm (100%), observadas para o tratamento de 75%, promoveram quedas de 20,60 e 11,60% na produtividade média dos frutos, nos experimentos (SC) e (CC), respectivamente. Para o tratamento de 50% observam-se maiores quedas nas produtividades médias de 46,32 e 32,03%, para os experimentos (SC) e (CC), respectivamente.

Corroborando com os presentes resultados, a redução na produtividade e tamanho dos frutos também foram observadas por LI et al (2012), ZENG et al. (2009) e SHARMA et al., (2014), quando submeteram plantas do meloeiro a diferentes condições de déficit hídrico, encontrando maiores produtividades para tratamentos onde o solo foi mantido sob melhores condições de umidade do solo.

CABELLO et al., (2009) estudaram o efeito do estresse hídrico sobre o rendimento do melão tipo pele de sapo cv. Sancho, em condições de campo, verificaram que um déficit de 25% da evapotranspiração da

cultura (ETC) não afetou de forma significativa a produção, no entanto, déficit hídrico de 40% da ETC resultou em queda de produção de 22%, quando comparado a ao tratamento sem déficit hídrico.

DANTAS et al. (2011), observaram que a utilização de cobertura plástica proporcionou um aumento expressivo na produtividade, sendo o aumento no peso médio dos frutos de 20% em média em relação ao tratamento com solo descoberto, ainda segundo os autores, a lâmina padrão de 452 mm pode ser reduzida em até 28% sem alterar a produção mesmo havendo redução do peso médio dos frutos em 11%.

Para os tratamentos de (125 e 150)% da lâmina de reposição de água, onde a água foi aplicada em excesso, as quedas de produtividade foram de 4,79 e 18,66% e de 4,43 e 10,45% para os experimentos sem e com cobertura do solo, respectivamente.

De forma semelhante OLIVEIRA et al., (2011), CARVALHO et al., (2011), SANTANA et al. (2009) e DOGAN (2008) observaram quedas de produção devido a aplicação excessiva de água de irrigação.

Em contrapartida CABELLO et al., (2009), aplicando um 125 e 140% da ETC, em dois anos de cultivo, 2005 e 2006, respectivamente,

verificaram que os tratamentos não afetaram significativamente a produção do melão.

CONCLUSÕES

O excesso e/ou déficit de água foi, de maneira geral, prejudicial à cultura do melão.

Os máximos rendimentos estimados foram de (44,51 e 50,86) t ha⁻¹, para as lâminas de água aplicadas de (186,9 e 208,9)mm, nos experimentos com e sem cobertura do solo, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro disponibilizado ao longo desta pesquisa, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo financiamento do projeto.

REFERENCIAS

ALVARENGA, M.A.R.; REZENDE, G.M. **A cultura do melão**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 149p.

BRANDÃO FILHO, J.U.T.; VASCONCELLOS, M.A.S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: FUNEP, 1998. p.161-193.

BRASIL. Agência Nacional de águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012*. Brasília, 2012. 215 p. (Edição Especial).

CABELLO, M.J.; CASTELLANOS, M.T.; ROMOJARO, F.; MARTINEZ-MADRID, C.; RIBAS, F. Yield and quality of melon grown under different irrigation and nitrogen rates. *Agric. Water Manage*, v. 96, p. 866–874, 2009.

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

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

- DANTAS, M.B.B.; DUENHAS, L.H.; SOUZA, C.M.P; KLAR, A.E.
Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em
reposta a lâminas de irrigação. *Ciência agronômica*, v.42, p.652-661, jul-
set, 2011.
- DOGAN, E.; KIRNAK, H.; BEREKATOGLU, K.; BILGEL, L.;
SURUCU, A. Water stress imposed muskmelon (*Cucumis melo L.*) with
subsurface and surface drip irrigation systems under semi-arid climatic
conditions. *Irrigation Science*, v. 26, p. 131–138, 2008.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro
Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de
solos, Rio de Janeiro, 1999. 306 p.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: Um sistema computacional de análise
estatística. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039- 1042, 2011.
- FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L. de; REZENDE, R.; FARIA, M. A.
Microirrigação: Gotejamento e Microaspersão. Maringá: Eduem, 2012.
365p.
- LAMENT, W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops.
HortTechnology. v. 3, n. 1, p. 35-39, 1993.

LI, Y.-J.; YUANA, B.-Z.; BIEB, Z.-L.; KANGC, Y. Effect of drip irrigation criteria on yield and quality of muskmelon grown in greenhouse conditions. *Agric. Water Manage*, v. 109, p. 30–35, 2012.

MOTTA, J.C.A.; LIBARDI, P.L.; BRITO, A. DOS S.; ASSIS JUNIOR, R.N. DE, AMARO FILHO, J. Armazenagem de água e produtividade do meloeiro irrigado por gotejamento, com superfície do solo coberta e desnuda. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1721-1731, 2010.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; SILVA, W. G.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, W. F. Análise produtiva e econômica do pepino japonês submetido a diferentes lâminas de irrigação *Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.7, p.702-708, 2011.

SANTANA, M. J. DE; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B. DE; GERVÁSIO, G. G.; BRAGA, J. C.; LEPRI, E. B. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, p.532-538, 2009.

SHARMA, S. P.; LESKOVAR, D. I.; CROSBY, K. M.; VOLDER, A. Root growth, and fruit quality responses of *reticulatus* and *inodorus* melons (*Cucumis melo* L.) to deficit subsurface drip irrigation. *Agric. Water Manage*. v. 136, p. 75–85, 2014.

ZENG, C.-Z., BIE, Z.-L., YUAN, B.-Z. Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. *Agric. Water Manage.* V. 96, p. 595–602, 2009.

ARTIGO 3 Produção do meloeiro sob diferentes lâminas de irrigação e número de frutos por planta

Normas da revista Engenharia na Agricultura (Versão submetida, sujeita a modificações)

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis da lâmina de reposição de água sobre as características produtivas do melão tipo Gália. Para isso, foram realizados dois experimentos em ambiente protegido, utilizando-se de um delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde as plantas foram submetidas a cinco níveis da lâmina de reposição de água no solo (50, 75, 100, 125 e 150)%, com quatro repetições, sendo que os experimentos I e II foram conduzidos com 2 e 4 frutos por planta, respectivamente. Os resultados permitiram concluir que a variável produtividade foi afetada pelos diferentes níveis de reposição de água no solo no experimento I e II. As máximas produtividades físicas, 50,86 e 57,59 t ha⁻¹, foram obtidas para as lâminas aplicadas de 208,92 e 222,72 mm, para os experimentos I e II, respectivamente. As demais variáveis, massa média dos frutos, comprimento e diâmetro médio dos frutos foram afetadas pelos tratamentos somente para o experimento I.

Palavras-chave: Ambiente protegido, Produtividade, *Cucumis melo L.*, Número de frutos.

ABSTRACT

Was aimed to evaluate the effect of different levels of water reposition depths on productive characteristics of “Gália” type Melons. Thus, two experiments were conducted in greenhouse, using a completely randomized design (CRD), where plants were subjected to five levels of soil water reposition depths (50, 75, 100, 125 and 150%), with four replications, being the experiments I and II conducted with 2 and 3 fruits per plant, respectively. The results showed that the variable yield was affected by the different soil water replacement levels at experiments I and II. Higher physical yields, 50.86 and 54.43 t ha⁻¹, were obtained with irrigation water depths of 208.92 e 222.72 mm in experiments I and II, respectively. The other variables, as weight, length and average fruit diameter were affected by treatments only at experiment I.

Keywords: Protected environment, Yield, *Cucumis melo L.*, Fruits number

INTRODUÇÃO

O Brasil se encontra entre os principais produtores de frutas frescas do mundo, perdendo apenas para China e Índia. O estado de Minas Gerais se destaca, estando atrás apenas dos estados de São Paulo e Bahia em quantidade de frutas frescas produzidas no país. O melão é apontado como uma das principais, por liderar em volume de exportação e apresentar receitas significativas (ANUÁRIO, 2013).

Nas últimas décadas, verificou-se um aumento na produção de melões rendilhados nas áreas tradicionalmente produtoras de melões em ambiente protegido nas regiões Sul e Sudeste do País. Esse aumento na produção deve-se à maior lucratividade possível de ser alcançada em pequenas áreas, e principalmente, pela possibilidade de exploração do mercado externo europeu, que tem mostrado boa aceitação dos melões oriundos do Brasil (RIZZO & BRAZ, 2004).

Portanto, é importante lançar mão de tecnologias existentes como, o cultivo em ambiente protegido, a irrigação e a fertirrigação, que permitem maximizar a lucratividade do cultivo, que pode ser atingida, através da obtenção de produtividades máximas, com um mínimo de aporte de energia, água e mão de obra. Nesse aspecto, o manejo da irrigação e da cultura, também se torna ferramenta importante.

Algumas pesquisas mostraram que o melão é sensível ao déficit hídrico, causando redução da produção e do tamanho dos frutos (ZENG et al., 2009; CABELLO et al., 2009; LI et al., 2012). Por outro lado, a água excessiva no solo pode ocasionar além de redução de produtividade,

problemas de qualidade dos frutos em diferentes culturas (CABELLO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; CARVALHO et al., 2011; SANTANA et al. 2009; DOGAN et al., 2008).

Entre os componentes de formação da produtividade do meloeiro, tem-se o número de frutos por planta. De acordo com Martins et al. (1998), normalmente, em cultivo de meloeiro em casa de vegetação (condução da planta na vertical tutorada e podada), as plantas conseguem desenvolver dois frutos, haja vista a ocorrência de abortamento natural pela planta. Duarte & Peil (2010) concluíram que o aumento no número de frutos por planta, não altera o crescimento vegetativo do meloeiro, mostrando que o aparecimento de um novo fruto compete mais com os frutos remanescentes do que com os órgãos vegetativos.

Devido à divergência nas informações e ausência de informações técnicas para as características climáticas do Sul de Minas Gerais objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis da lâmina de reposição de água sobre a produção do melão tipo Gália, cultivado em ambiente protegido, variando a lamina de água aplicada e o número de frutos por planta.

MATERIAIS E METODOS

Os experimentos foram realizados no Setor de Engenharia de água solo plantas do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, localizadas a 21° 14' 00'' de latitude sul e 45° 00' 00'' de longitude oeste e 918 m de altitude. O clima segundo a

classificação climática de Koppen é Cwa. A temperatura média anual do ar é de 20,4°C e a precipitação média anual de 1460,0 mm (DANTAS et al., 2007).

O ambiente protegido utilizado possui estrutura de madeira, cobertura em arco metálico e filmes plásticos em polietileno transparente de 150 micra com tratamento anti-UV, e laterais fechadas totalmente, com tela de polipropileno.

O estudo constituiu-se de dois experimentos realizados simultaneamente. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde as plantas do melão tipo Gália (cv. híbrida Néctar) espaçadas de 1,0 x 0,5 m, foram submetidas a cinco percentuais da lâmina de reposição de água 50, 75, 100, 125 e 150 %, com quatro repetições, para ambos os experimentos. As plantas dos experimentos I (2F) e II (4F), foram conduzidas com 2 e 4 frutos por planta, respectivamente.

A semeadura foi realizada dia 02/01/2014, em bandejas de isopor de 200 células, posteriormente, as mudas foram levadas aos ambientes, onde foram realizados os transplântios dia 06/02/2014, colocando-se uma muda por vaso.

Os experimentos foram cultivados em vasos com volume útil de 20 L, dispostos sobre uma bancada de cerca de 0,20 m de altura, de forma a permitir a coleta de água drenada, em garrafas PET. Em cada vaso foram colocados aproximadamente 2 kg de areia fina, juntamente com um tecido de polietileno fino em seu fundo, antes de colocar o substrato, com o objetivo de facilitar a drenagem nos vasos.

O solo utilizado para confecção do substrato foi um Latossolo Vermelho distroférico (LVd) de textura argilosa, o qual foi coletado na

camada superficial do solo (0 a 20 cm de profundidade). Após a coleta, o solo passado em uma peneira de 4 mm, com o objetivo de reduzir os torrões do solo utilizado. Para obtenção de 200 L de substrato, ou seja, para cada dez vasos utilizaram-se 73 kg de areia fina peneirada, 120 kg de terra virgem de barranco, 25 kg de composto orgânico comercial, 1 kg de calcário dolomítico, 0,355 kg de Ureia, 2,8 kg de Super Fosfato Simples, 0,533 kg de Cloreto de Potássio.

A condução da cultura foi feita com mourões de eucalipto de 2,30 m de altura, espaçados de 2,5 m, para cada linha de plantio, com um fio de arame liso número 12, presos e esticados. As plantas foram tutoradas na vertical em sistema de haste única, presas por fitilhos instalados transversalmente ao fio de arame durante todo o seu ciclo.

Retiraram-se todos os brotos laterais, até o 11^o entrenó, posteriormente, nos nós subsequentes, foram deixadas hastes secundárias por planta, de acordo com o número de frutos conduzidos em cada tratamento, pois, em cada haste foi formado um fruto. Nas hastes secundárias foram retirados todos os brotos que surgiram e foi realizada poda dos ramos laterais, uma folha após o fruto, procurando deixar o fruto o mais próximo da haste principal. Após a emissão das flores foi realizada a polinização artificial.

Para monitoramento das temperaturas do ar (máxima e mínima), e umidades relativas do ar (máximas e mínimas), instalou-se um termohigrômetro digital no centro do ambiente protegido, a 2m de altura do solo. Também foi instalado um tanque classe A para medir a evaporação, cujas leituras foram realizadas diariamente, no período da manhã.

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, composto de reservatório, cabeçal de controle e registros utilizados no controle da irrigação de cada tratamento. Para conduzir a água até os vasos foram utilizados tubulações de polietileno de 16 mm, sobre essas tubulações foram inseridos emissores autocompensantes, trabalhando dentro da faixa de pressão recomendada pelo fabricante, com uma vazão nominal de $4,0 \text{ L h}^{-1}$, sendo um gotejador por planta.

Após a montagem e distribuição do sistema de irrigação, foram determinados os coeficientes de uniformidade de distribuição de água (CUD) do sistema de irrigação. Para isso, foram coletadas as vazões de todos os gotejadores do sistema. A vazão média do sistema obtida foi de $4,02 \text{ L h}^{-1}$ e o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) encontrado foi de 98,13%.

As irrigações foram realizadas diariamente tomando como referência o volume de água aplicado no tratamento de 100%. Neste, o volume de água drenado diariamente foi coletado utilizando-se garrafas PET com capacidade de 2L.

Nos primeiros 12 DAT foi aplicada uma lâmina de 10 mm para pegamento e uniformização das mudas e a partir do 13 DAT os tratamentos foram diferenciados e o solo foi saturado.

A partir deste momento, para a determinação da quantidade de água a ser aplicada no tratamento de referência (100%), considerou-se o consumo de água referente ao dia anterior, de forma que a lâmina de água percolada correspondesse a +/- 10% da lâmina de água aplicada nas irrigações.

Os diferentes níveis da lâmina de reposição utilizados como tratamento

foram ajustados, considerando-se o volume de água consumida no tratamento de 100%, ou seja, o volume de água obtido pela diferença entre o volume total de água aplicado e o volume de água drenado.

Realizou-se a colheita 76 DAT, dia 24/04/2014, utilizando-se como critérios para retirada dos frutos à coloração da casca e a inserção do pedúnculo. O controle de pragas e doenças foi realizado através de aplicações preventivas de defensivos agrícolas recomendados para a cultura do melão.

Após a colheita os frutos foram pesados individualmente em uma balança digital com precisão de 5 g. Para determinação da produtividade foram consideradas 20.000 plantas por hectare, e os resultados foram expressos em tonelada por hectare.

Determinaram-se os diâmetros longitudinal e transversal através da medição direta de todos os frutos de cada tratamento com auxílio de paquímetro digital, com valores expressos em mm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativas foi feita a análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, estão demonstrados os valores referentes à lâmina de água evaporada medida no tanque classe A reduzido e a temperatura média do

ar, obtidos no interior do ambiente protegido, durante a condução dos experimentos I (2F) e II (4F).

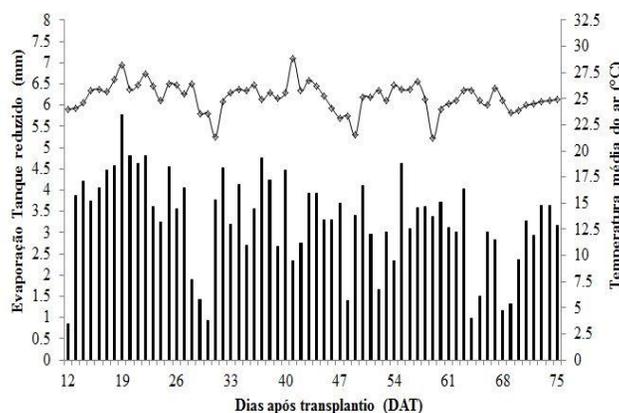


Figura 1. Evaporação no tanque reduzido e temperatura média do ar, obtidos no interior do ambiente protegido, durante a condução dos experimentos (2F) e (4F).

Observa-se que as temperaturas médias variaram entre 20,15 e 28,85 °C, estando dentro da faixa considerada ótima para melhor crescimento e produção do meloeiro, entre 20 e 30 °C (ALVARENGA & RESENDE, 2002). A lâmina total evaporada do tanque reduzido instalado no interior do ambiente protegido durante o período de condução dos experimentos foi de 210,14 mm.

Os níveis da lâmina de reposição de água corrigidos e as lâminas de água obtidas em cada tratamento, durante a condução dos experimentos I (2F) e II (4F), estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Níveis da lâmina de reposição corrigidos (NC), lâmina de água consumida (LC), para cada tratamento aplicado nos experimentos I (2F) e II (4F).

Trat (%)	-----NC (%)-----		-----LC (mm)-----	
	2F	4F	2F	4F
50	54,71	55,1	92,66	91,62
75	82,07	82,6	139,00	137,42
100	100,00	100,00	169,36	166,40
125	136,78	137,60	231,66	229,02
150	164,14	165,20	277,98	274,84

Nota-se que existe uma semelhança entre as lâminas de água aplicadas nos tratamentos, para os experimentos conduzidos com dois e quatro frutos por planta.

No Quadro 2 está apresentado o resumo da análise de variância para a produtividade média, massa média dos frutos, comprimento médio dos frutos e diâmetro médio dos frutos, para o experimento I, onde as plantas foram conduzidas com dois frutos por planta.

Quadro 2. Análise de variância para as médias da Produtividade (PROD), Massa média dos frutos (MMF), Comprimento (CF) e diâmetro (DF) médios dos frutos, em função dos tratamentos experimento I (2F).

FV	GL	QM			
		PROD (t.ha ⁻¹)	MMF(g)	CF(mm)	DF(mm)
Tratamento	4	322,28**	201447,30**	530,04**	329,58**
Resíduo	15	59,18	36988,11	86,40	56,28
CV(%)		18,90	18,90	7,38	6,23
Média		40,69	1017,38	125,98	120,45

**significativo a 1% de probabilidade

Observa-se que os tratamentos afetaram significativamente a produtividade média, a massa média dos frutos, o comprimento médio dos frutos e o diâmetro médio dos frutos. Os valores médios obtidos, para cada tratamento, podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3. Produtividade média (PROD), massa média dos frutos (MMF), comprimento (CF) e diâmetro (DF) médio dos frutos e número médio de frutos por planta obtidos para cada tratamento, durante o experimento I (2F)

Trat (%)	L (mm)	PROD (t ha ⁻¹)	MMF (g)	CF (mm)	DF (mm)	NF
50	92,66	26,67	666,84	108,25	105,75	2
75	139,00	39,44	985,93	125,38	120,25	2
100	169,36	49,67	1241,68	138,63	128,75	2
125	231,66	47,29	1182,35	133,25	127,13	2
150	277,98	40,40	1010,09	124,38	120,38	2

Nota-se, que as massas médias obtidas variaram entre 666,84g e 1241,68g, estando dentro do padrão considerado para o melão tipo Gália que varia entre 700 e 1300 g, com exceção da massa média obtida para o do tratamento 50%, onde foi aplicada a menor lâmina de água.

Quanto ao comprimento médio dos frutos e ao diâmetro médio dos frutos, observa-se que os maiores valores 138,63mm e 128,75mm, foram obtidos para uma lâmina aplicada de 169,36mm (100%), contribuindo para a obtenção de maiores rendimentos.

O comportamento da produtividade média, massa média dos frutos, comprimento e diâmetro médio dos frutos em função das lâminas de água aplicada em cada tratamento está representado pela Figura 2 (A, B, C e D).

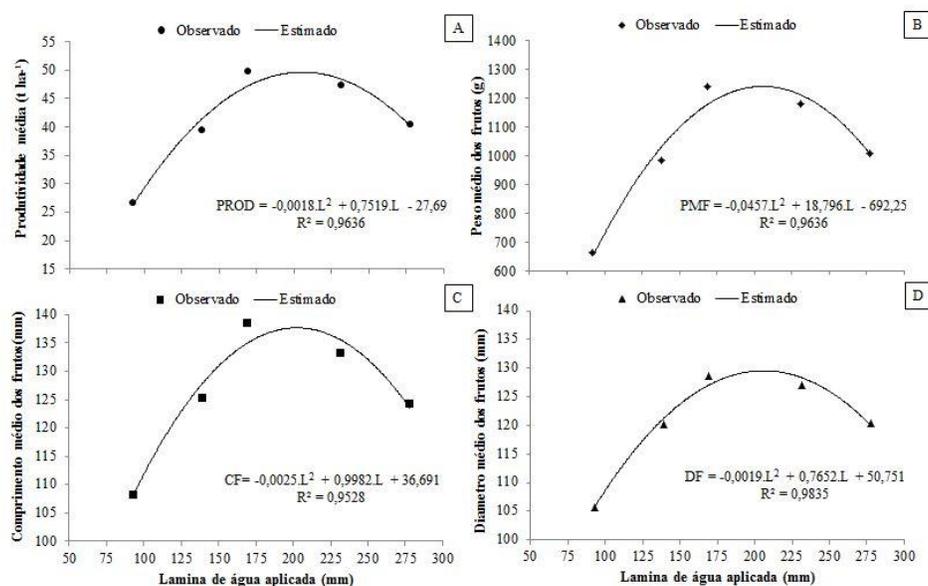


Figura 2. Produtividade média (A); Peso médio dos frutos (B); Comprimento médio dos frutos (C) e diâmetro médio dos frutos (D), do melão tipo Gália cv. Néctar, em função de diferentes lâminas de reposição, no experimento I (2F).

Observa-se que houve uma variação polinomial quadrática da produtividade média em função da lâmina de água aplicada em cada tratamento, atingindo o ponto máximo 50,83 t ha⁻¹, para uma lâmina de água aplicada de 208,92mm, decrescendo a partir deste ponto.

A análise de regressão aplicada aos dados indica que o modelo descreveu bem o comportamento para o intervalo considerado, com coeficientes de determinação (R^2) acima de 95%.

O resumo da análise de variância para as variáveis, produtividade, massa média, comprimento e diâmetro dos frutos em função dos tratamentos no experimento II, é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4. Análise de variância para as médias da Produtividade (PROD), Peso médio dos frutos (PMF), Comprimento (CF) e diâmetro (DF) médios dos frutos, em função dos tratamentos Experimento II (4F).

FV	GL	QM			
		PROD (t. ha ⁻¹)	MMF (g)	CF (mm)	DF (mm)
Tratamento	4	601,69**	7578,69NS	20,78NS	16,19NS
Resíduo	15	50,35	11294,58	58,61	24,28
CV(%)		15,40	14,99	6,86	4,58
Média		46,08	709,18	111,53	107,66

**significativo a 1% de probabilidade

Nota-se que os tratamentos interferiram de forma significativa sobre a variável produtividade, sendo o modelo polinomial quadrático o que melhor se ajusta aos dados. As demais variáveis não foram afetadas significativamente pelos tratamentos aplicados.

Os valores médios de produtividade, massa média dos frutos, comprimento e diâmetro médios dos frutos obtidos no experimento II (4F), em função das lâminas de água aplicadas em cada tratamento (L), estão apresentados no Quadro 5.

Quadro 5. Produtividade média (PROD), massa média dos frutos (MMF), comprimento (CF) e diâmetro (DF) médio dos frutos e número médio de frutos por planta obtidos para cada tratamento, durante o experimento II (4F).

Trat (%)	L (mm)	PROD (t ha ⁻¹)	MMF (g)	CF (mm)	DF (mm)	NF
50	91,62	25,07	692,36	109,00	107,22	2,00
75	137,42	45,49	660,25	109,79	105,17	3,50
100	166,40	54,43	734,89	112,71	109,06	3,75
125	229,02	51,57	687,72	111,46	106,61	3,75
150	274,84	53,84	770,66	114,69	110,25	3,50

Embora tenha sido pré-determinado que as plantas do experimento II fossem conduzidas com 4 frutos por planta, verificou-se que o número médio de frutos por planta variou de 2 a 3,75, conforme apresentado no quadro 5. Tal fato pode ser atribuído ao abortamento de frutos já formados pelas plantas.

Observa-se que a maior massa média, comprimento e diâmetro médios dos frutos, individual, foram obtidos para uma lâmina de água aplicada de 274,84mm (150%). Entretanto, a maior produtividade média foi obtida para uma lâmina de água aplicada de 166,40mm (100%). Isto ocorreu, devido ao maior número de frutos por área.

Na Figura 3 estão demonstrados os valores médios de produtividade, em função das lâminas obtidas em cada tratamento (L), para o experimento II (4F). Observa-se que a produtividade média dos frutos variou em função da lâmina de água aplicada em cada tratamento, e o ponto máximo 57,59 t ha⁻¹ foi obtido para uma lâmina de água aplicada de 222,72mm, decrescendo a partir deste ponto.

A análise de regressão aplicada aos dados de produtividade indica que o modelo descreveu bem o fenômeno para o intervalo considerado, com coeficientes de determinação (R^2) acima de 92%.

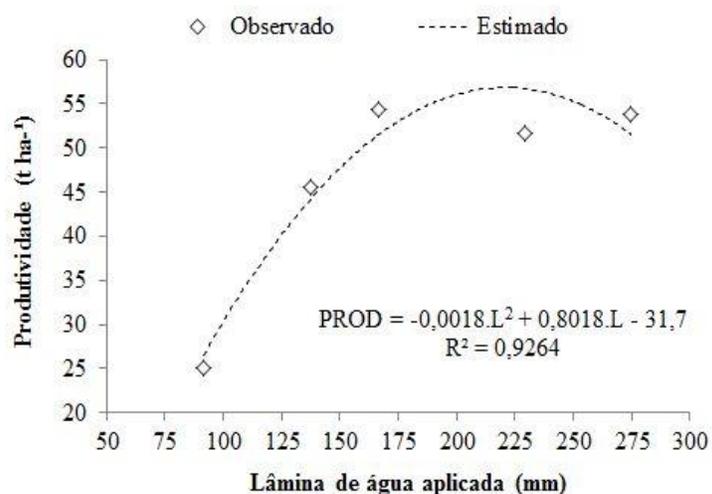


Figura 3. Produtividade média (A) do melão tipo Gália cv. Néctar, em função de diferentes lâminas de reposição, no experimento II (4F).

Considerando tratamento de 100% como referencial, ou seja, aquele que promoveu maior produtividade, atribuiu-se o percentual de redução relativa da produtiva, para cada tratamento (Quadro 6).

Quadro 6. Variação relativa da lâmina de reposição (RL), queda relativa da produtividade (RPROD), em função dos tratamentos aplicados para os experimentos I (2F) e II (4F).

Trat (%)	-----VL (%)-----		-----RPROD (%)-----	
	2F	4F	2F	4F
50	45,29	44,94	46,32	53,94
75	17,93	17,42	20,60	16,42
100	00,00	00,00	00,00	00,00
125	36,78	37,63	04,79	05,25
150	64,14	65,17	18,66	01,08

Analisando as reduções de produtividade do meloeiro em função dos tratamentos aplicados, nos experimentos I (2F) e II (4F), observa-se que as maiores quedas foram obtidas nos tratamentos em que as plantas foram conduzidas em solo com menor umidade, ou seja, 50%.

Corroborando com os presentes resultados, a redução do rendimento do meloeiro quando submetido a diferentes condições de déficit hídrico foi observado por LI et al. (2009), ZENG et al. (2009) e SHARMA et al. (2014).

CABELLO et al. (2009) estudaram o comportamento melão tipo pele de sapo cv. Sancho, em condições de campo, em que utilizaram como tratamentos (75, 100 e 125)% e (60, 100 e 140)% da evapotranspiração da cultura (ETC), em experimentos realizados nos anos de 2005 e 2006, respectivamente. Para o experimento realizado em 2005, os autores verificaram que um déficit hídrico de 25% (ETC) não afetou de forma significativa as variáveis de rendimento dos frutos, no entanto, quando as plantas foram submetidas a um déficit hídrico de 40% da ETC em 2006,

estas se diferenciaram estatisticamente, promovendo uma queda de produção de 22%, quando comparado a ao tratamento sem déficit hídrico.

A água aplicada excessivamente durante a condução dos experimentos I (2F) e II (4F), não ocasionaram perdas tão expressivas quanto aos tratamentos com déficit hídrico, chegando a 18,66 e 5,25% para os experimentos I (2F) e II (4F), respectivamente.

De forma semelhante OLIVEIRA et al., (2011), CARVALHO et al., (2011), SANTANA et al. (2009) e DOGAN (2008), aplicando diferentes níveis da lâmina de reposição, em diferentes culturas verificaram que as lâminas de água aplicadas em excesso promoveram redução na produtividade dessas culturas.

Em contrapartida CABELLO et al., (2009), verificaram que a aplicação da lâmina de irrigação equivalente a 125 e 140% da ETC, não afetaram significativamente a produção do melão.

CONCLUSÕES

- A produtividade média dos frutos foi afetada pelos diferentes níveis da lâmina de reposição, nos experimentos I (2F) e II (4F).
- As máximas produtividades físicas dos frutos ($50,83$ e $57,59 \text{ t ha}^{-1}$) foram obtidas para as lâminas de água aplicadas $208,92$ e $222,72 \text{ mm}$, para os experimentos I (2F) e II (4F).

- Para as condições deste estudo, observou-se a inviabilidade na condução de quatro frutos por planta, devido a não fixação dos mesmos pelas plantas.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro disponibilizado ao longo desta pesquisa, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo financiamento do projeto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R.; REZENDE, G. M. A cultura do melão. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 149 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2013. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2013. 136 p.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VASCONCELLOS, M. A. S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org.). Produção de hortaliças

em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: FUNEP, 1998. p.161-193.

CABELLO, M. J.; CASTELLANOS, M. T.; ROMOJARO, F.; MARTINEZ-MADRID, C.; RIBAS, F. Yield and quality of melon grown under different irrigation and nitrogen rates. **Agric. Water Manage**, v. 96, p. 866–874, 2009.

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

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DOGAN, E.; KIRNAK, H.; BEREKATOGLU, K.; BILGEL, L.; SURUCU, A. Water stress imposed muskmelon (*Cucumis melo L.*) with subsurface and surface drip irrigation systems under semi-arid climatic conditions. **Irrigation Science**, v. 26, p. 131–138, 2008.

DUARTE T. S.; PEIL R. M. N 2008. Relações fonte: dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 342-347, jul-set. 2010.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039- 1042, 2011.

LI, Y.-J.; YUANA, B.-Z.; BIEB, Z.-L.; KANGC, Y. Effect of drip irrigation criteria on yield and quality of muskmelon grown in greenhouse conditions. **Agric. Water Manage**, v. 109, p. 30–35, 2012.

MARTINS, S. R.; PEIL, R. M.; SCHWENGBER, J. E.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 24-30, 1998.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; SILVA, W. G.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, W. F. Análise produtiva e econômica do pepino japonês submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.7, p.702-708, 2011.

RIZZO, A. A. N. Obtenção e avaliação de genótipos de melão rendilhado em ambiente protegido. 2004. 38 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2004.

SANTANA, M. J. DE; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B. DE; GERVÁSIO, G. G.; BRAGA, J. C.; LEPRI, E. B. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.532-538, 2009.

SHARMA, S. P.; LESKOVAR, D. I.; CROSBY, K. M.; VOLDER, A. Root growth, and fruit quality responses of *reticulatus* and *inodorus* melons (*Cucumis melo* L.) to deficit subsurface drip irrigation. **Agric. Water Manage.** v. 136, p. 75–85, 2014.

ZENG, C.-Z., BIE, Z.-L., YUAN, B.-Z. Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. **Agric. Water Manage.** V. 96, p. 595–602, 2009.

ARTIGO 4 Análise técnica e econômica do cultivo do meloeiro irrigado em ambiente protegido

Normas da revista Pesquisa Agropecuária Tropical (Versão submetida, sujeita a modificações)

RESUMO

Objetivando uma análise técnica e econômica do cultivo do melão irrigado em ambiente protegido, foram realizados, simultaneamente, dois experimentos, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde as plantas do melão tipo Gália (cv. híbrido Néctar), foram submetidas a cinco níveis da lâmina de reposição de água (50, 75, 100, 125 e 150)%, com quatro repetições, sendo que os experimentos diferenciaram-se apenas pelo uso de cobertura plástica do solo (CC) ou não uso (SC). Os resultados permitiram concluir que a variável produtividade foi afetada pelos diferentes níveis de reposição de água no solo independentemente do uso ou não da cobertura do solo. As lâminas ótimas econômicas ficaram bastante próximas daquelas que produziram as maiores produções físicas ou potenciais da cultura. As maiores produtividades físicas 50,85 e 44,51 t ha⁻¹, foram obtidas para as lâminas aplicadas de 208,92 e 186,88 mm e as lâminas ótimas econômicas foram estimadas em 208,83 e 186,78 mm, para os experimentos I (CC) e II (SC), respectivamente.

PALAVRAS-CHAVES: lâmina de irrigação; manejo de irrigação; produtividade

Technical and economic analysis of irrigated melon grown in greenhouses

ABSTRACT

Aiming a technical and economic analysis of melon grown in protected environment, were conducted, simultaneously, two experiments using a completely randomized design (CRD), where plants of “Gália” type melon (cv. Hybrid Nectar), were submitted to five levels of soil water reposition (50, 75, 100, 125 and 150%), with four replication. The difference between experiments only the use of plastic mulching or not. The results showed that the yield was affected by the different soil water replacement levels regardless the ground was cover or not. Economic irrigation water depths were quite close to those that produced the highest physical or potential yields of the crop. The higher physical productivity, of 50.85 and 44.51 t ha⁻¹, were obtained for the irrigation water depths of 208.92 and 186.88 mm, being the economic irrigation water depths were estimated as 208.83 and 186.78 mm for experiments I (with mulching) and II (without mulching), respectively.

KEY-WORDS: water depth; irrigation management; yield

INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais se destaca em quantidade de frutas frescas produzidas no país, estando atrás apenas dos estados de São Paulo e Bahia. O melão é apontado como uma das principais frutas, por liderar em volume de exportação e apresentar receitas significativas (Anuário 2013).

Os melões nobres aumentam a cada dia a sua participação no mercado, principalmente, devido as suas características produtivas e qualitativas. O sucesso na produção desse tipo de melão depende do uso de tecnologias que permitem a maximização do lucro e o aumento da produtividade com um mínimo de aporte de energia, água e mão de obra.

Algumas tecnologias podem ser empregadas a fim de minimizar o desperdício e mau uso da água, na agricultura brasileira, que contribuíram com aproximadamente 54% da água doce consumida no país (Brasil 2012).

O cultivo em ambiente protegido, quando comparado ao cultivo a céu aberto, apresenta melhor aproveitamento dos recursos de produção (nutrientes, luz e CO₂), reduzindo a necessidade hídrica das culturas, em função do menor efeito da velocidade do vento e da radiação solar direta

incidente e o ciclo produtivo (Klar & Jadosky 2004).

A microirrigação possui algumas vantagens do ponto de vista agrônômico, além da economia de água e dos aspectos econômicos da produção agrícola (Frizzone et al. 2012). Outra tecnologia aliada é a cobertura plástica do solo, que em conjunto com a irrigação por gotejamento reduz a evaporação da água do solo e conseqüentemente diminui a necessidade de irrigações pelas culturas, (Lament 1993).

O manejo racional da irrigação pressupõe o uso criterioso do recurso hídrico disponível para se maximizar a produtividade das culturas com o uso eficiente da água, da energia, dos fertilizantes e de outros insumos empregados na produção. Outros objetivos também podem ser estabelecidos, como maximizar a receita líquida por unidade de volume de água ou por unidade de área irrigada. (Frizzone 2007).

Nesse aspecto, o manejo da irrigação se torna uma ferramenta importante para aumentar eficiência de uso da água, a produtividade e o retorno econômico das culturas. O balanço hídrico pode ser utilizado, mantendo o solo sempre próximo a capacidade de campo, evitando que a planta sofra com o estresse hídrico.

Algumas pesquisas mostraram que o melão é sensível ao déficit

hídrico, com conseqüente redução da produção e do tamanho dos frutos (Dantas et al. 2011, Zeng et al. 2009; Cabello et al. 2009, Li et al. 2012). Por outro lado, a água excessiva no solo pode ocasionar além de redução de produtividade, problemas de qualidade dos frutos em diferentes culturas (Oliveira et al. 2011, Carvalho et al. 2011, Santana et al. 2009, Dogan et al. 2008).

O cultivo do melão em ambiente protegido, o manejo adequado da irrigação e o uso da cobertura plástica do solo, são tecnologias bastante difundidas. No entanto, existe uma carência de estudos sobre as respostas do meloeiro em diferentes condições de condução e manejo de irrigação, para as características climáticas do Sul de Minas Gerais.

Diante do exposto objetivou-se analisar técnica e economicamente o cultivo do melão tipo Gália irrigado em ambiente protegido variando a lâmina de água aplicada e a cobertura do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido localizado no Setor de água solo plantas do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, localizadas a 21° 14' 00''

de latitude sul e 45° 00' 00'' de longitude oeste e 918 m de altitude. O clima segundo a classificação climática de Koppen é Cwa. A temperatura média anual do ar é de 20,4°C e a precipitação média anual de 1460,0 mm (Dantas et al. 2007).

O estudo constituiu-se de dois experimentos realizados simultaneamente, sendo que, um experimento consistiu do uso de cobertura plástica ou mulching (CC) o segundo experimento foi feito sem cobertura (SC). Para cada experimento utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde as plantas do melão tipo Gália (cv. híbrida Néctar) espaçadas de 1,0 x 0,5 m, foram submetidas a cinco percentuais da lâmina de reposição de água 50, 75, 100, 125 e 150 %, com quatro repetições.

A semeadura foi realizada dia 02/01/2014, e posteriormente, as mudas foram levadas aos ambientes, onde foram realizados os transplantos dia 06/02/2014, colocando-se uma muda por vaso.

As plantas foram cultivadas em vasos com volume útil de 20 L, dispostos sobre uma bancada de cerca de 20 cm de altura, de forma a permitir a coleta de água drenada, em garrafas PET. Em cada vaso foram colocados aproximadamente 2 kg de areia fina, juntamente com um

tecido de polietileno fino em seu fundo, antes de colocar o substrato, com o objetivo de facilitar a drenagem nos vasos.

Para obtenção de 200 L de substrato, ou seja, para cada dez vasos utilizaram-se 73 kg de areia fina peneirada, 120 kg de Latossolo Vermelho distroférrico, 25 kg de composto orgânico comercial, 1 kg de calcário dolomítico, 0,355 kg de Ureia, 2,8 kg de Super Fosfato Simples, 0,533 kg de Cloreto de Potássio.

A condução da cultura foi feita com mourões de eucalipto de 2,30 m de altura, espaçados de 2,5 m, para cada linha de plantio, com um fio de arame liso número 12, presos e esticados. As plantas foram tutoradas na vertical em sistema de haste única, presas por fitilhos instalados transversalmente ao fio de arame durante todo o seu ciclo.

Retiraram-se todos os brotos laterais, até o 11º entrenó, posteriormente, nos nós subsequentes, foram deixadas somente duas hastes secundárias por planta, pois, em cada haste foi formado um fruto. Nas hastes secundárias foram retirados todos os brotos que surgiram e foi realizada uma poda dos ramos laterais, uma folha após o fruto, procurando deixar o fruto o mais próximo da haste principal. Após a emissão das flores foi realizada a polinização artificial.

O controle de pragas e doenças foi realizado através de aplicações preventivas de defensivos agrícolas recomendados para a cultura do melão.

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, onde o controle da irrigação de cada tratamento era feito através de registros. Para conduzir a água até os vasos foram utilizadas tubulações de polietileno de 16 mm, sobre essas tubulações foram inseridos emissores autocompensantes, trabalhando dentro da faixa de pressão recomendada pelo fabricante, com uma vazão nominal de $4,0 \text{ L h}^{-1}$, sendo um gotejador por planta.

Após a montagem e distribuição do sistema de irrigação, foram determinados os coeficientes de uniformidade de distribuição de água (CUD) do sistema de irrigação. Para isso, foram coletadas as vazões de todos os gotejadores do sistema. A vazão média do sistema obtida foi de $4,02 \text{ L h}^{-1}$ e o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) encontrado foi de 98,13%.

As irrigações foram realizadas diariamente tomando como referência o volume de água aplicado no tratamento de 100%. Neste, o volume de

água drenado diariamente foi coletado utilizando-se garrafas PET com capacidade de 2L.

Nos primeiros 12 DAT foi aplicada uma lâmina de 10 mm para pegamento e uniformização das mudas e a partir do 13 DAT os tratamentos foram diferenciados e o solo foi saturado.

A partir deste momento, para a determinação da quantidade de água a ser aplicada no tratamento de referência (100%), considerou-se o consumo de água referente ao dia anterior, de forma que a lâmina de água percolada correspondesse a +/- 10% da lâmina de água aplicada nas irrigações.

Os diferentes níveis da lâmina de reposição utilizados como tratamento foram ajustados, considerando-se o volume de água consumida no tratamento de 100%, ou seja, o volume de água obtido pela diferença entre o volume total de água aplicado e o volume de água drenado.

Realizou-se a colheita 76 DAT, dia 24/04/2014, utilizando-se como critérios para retirada dos frutos à coloração da casca e a inserção do pedúnculo.

Após a colheita os frutos eram medidos e pesados individualmente. Para determinação da produtividade foram consideradas 20.000 plantas

por hectare, e os resultados foram expressos em tonelada por hectare.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativas foi feita a análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SISVAR versão 5.3 (Ferreira 2011).

Para obtenção da função de produção utilizou-se a análise de regressão entre a produção comercial e as lâminas de água, ajustada por um modelo polinomial de segunda ordem (Eq. 1).

$$Y = f(L) = a + bL + cL^2 \quad (1)$$

em que:

Y - produtividade ($t \text{ ha}^{-1}$)

L - lâmina total de água aplicada (mm)

a, b e c - parâmetros da equação

Com a função ajustada determinou-se a lâmina de água ($L_{\text{máx}}$) que maximizou a produção (Eq. 2).

$$L_{\text{máx}} = \frac{-b}{2c} \quad (2)$$

O lucro da produção foi obtido pela diferença entre o valor monetário total da produção e dos custos da aplicação de água e do custo fixo do sistema produtivo, incluindo-se o sistema de irrigação (Eq. 3).

$$\text{Lucro (L)} = P_y \cdot Y - P_1 \cdot L - C \quad (3)$$

em que:

Lucro (L) - lucro (R\$ ha⁻¹)

P_y - preço do melão (R\$ t⁻¹)

Y - produtividade do melão (t ha⁻¹)

P₁ - preço do fator água (R\$ mm⁻¹)

L - lâmina total de água aplicada (mm)

C - custo dos fatores mantidos constantes no experimento (R\$)

Obteve-se o preço do melão (P_y), referente ao período da colheita, junto às Centrais de Abastecimento de Minas Gerais, CEASA-MG (2015) que apresentaram o valor médio de R\$ 3500 t⁻¹ durante este período.

Para o custo da lâmina de água (P₁), em R\$ mm⁻¹, foram considerados os custos de energia, mão-de-obra, manutenção e reparos de um sistema de bombeamento, fixando alguns parâmetros e condições,

como: irrigação localizada por gotejamento; área de 1 hectare; 20.000 plantas por hectare; fonte de água próximo da área de cultivo; altura manométrica total de 60 m.c.a.; vazão da motobomba de $10,3 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$; eficiência do conjunto motobomba de 45% e vida útil do sistema de irrigação de 10 anos. Nessas condições, o custo do sistema de irrigação foi de R\$ 5.876,00, incluídas todas as obras necessárias.

Para obtenção do custo da energia elétrica de bombeamento da água, foram considerados os investimentos, as características do sistema de irrigação descritas acima e um ciclo de 75 dias de cultivo. O valor do kWh fornecido pela concessionária de energia elétrica (CEMIG) para o mês de março de 2014 foi de R\$ 0,2527. O preço do fator água (P_l) foi obtido somando-se os custos de energia, mão-de-obra, manutenção e reparos do sistema de bombeamento, o que totalizou R\$1,08/mm. Os fatores constantes no experimento foram orçados em R\$23.511,84.

Visando à obtenção da maximização do lucro, calculou-se a derivada de primeira ordem da Eq. 1 em relação a W e se igualou a derivada obtida à relação de preços do fator água (P_l) e do produto (P_y), obtendo-se a equação da lâmina ótima ($L_{ótima}$) que maximizou a receita (Eq. 4).

$$L_{\text{máx}} = \frac{P_L - P_Y b}{2 P_Y c} \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas obtidas para o tratamento de 100% ao final dos experimentos I (SC) e II (CC) foram 185,32 e 166,92 mm, respectivamente. Os percentuais da lâmina de reposição de água corrigidos e as lâminas de água consumidos em cada tratamento, durante a condução dos experimentos I (SC) e II (CC), estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Percentuais da lâmina de reposição corrigidas (PC), lâmina de água consumida (LC), para cada tratamento aplicado (Trat) nos experimentos I e II.

Trat (%)	-----PC (%)-----		-----LC (mm)-----	
	SC	CC	SC	CC
50	54,71	54,37	92,66	83,46
75	82,07	81,55	139,00	125,20
100	100,00	100,00	169,36	153,50
125	136,78	135,92	231,66	208,66
150	164,14	163,11	277,98	250,38

Observa-se, que as lâminas obtidas para os tratamentos onde os vasos foram conduzidos com a cobertura do solo foram menores, quando comparados aos tratamentos do experimento que foi conduzido sem a cobertura do solo.

Na Tabela 2 está apresentado o resumo da análise de variância para o experimento I (SC). Observa-se que os tratamentos afetaram significativamente a produtividade.

Tabela 2. Análise de variância para a Produtividade média dos frutos (PROD), em função dos tratamentos, no experimento (Sem cobertura do solo).

FV	GL	QM
		PROD (t ha ⁻¹)
Tratamento	4	322,28**
Resíduo	15	59,18
CV(%)		18,90
Média		40,69

**significativo a 1% de probabilidade

Por meio da Figura 1, verifica-se que a produtividade média dos frutos apresentou variação polinomial quadrática, com a lâmina de água aplicada.

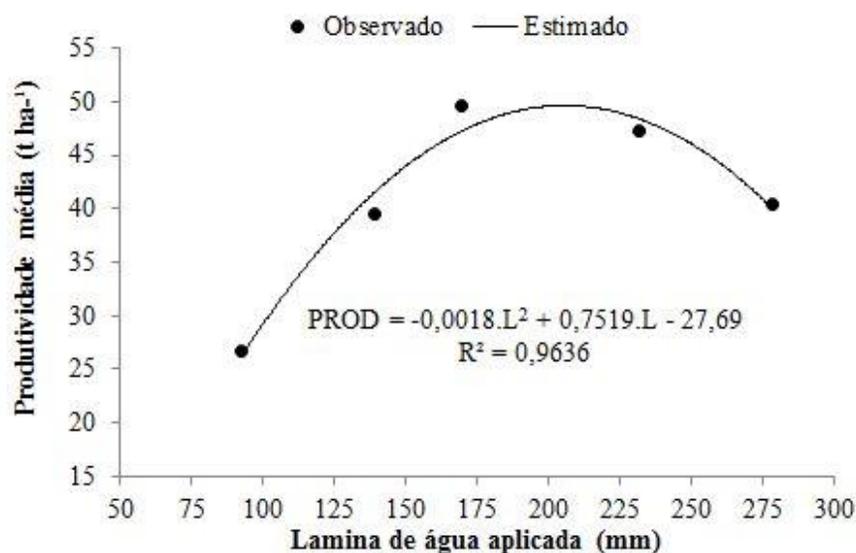


Figura 1. Produtividade média do melão tipo Gália cv. Néctar, em função de diferentes lâminas de reposição, no experimento (SC).

Nota-se, que os menores valores de produtividade média foram obtidos para os tratamentos em que as plantas foram submetidas a déficit hídrico, onde as lâminas de água aplicadas foram 92,66mm (50%) e 139,00mm (75%). Para os tratamentos em que as lâminas de água foram aplicadas em excesso, 231,66mm (125%) e 277,98mm (150%), essas perdas de produtividade foram menores.

Com relação à análise econômica da produção do melão irrigado, experimento (SC), e se considerando a hipótese de que L(W) possui um

valor máximo, de acordo com a Eq. 3 e que a água é o único fator variável, estimou-se a máxima produtividade física, 50,83 t ha⁻¹, para uma lâmina de irrigação de 208,92 mm. Para isso, a função de produção estimada, Figura 1, foi derivada e igualada à zero (Eq. 5).

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = -0,0036 \cdot W + 0,7519 = 0 \quad (5)$$

Li et al. (2012) e Zeng et al. (2009), avaliaram o efeito de diferentes níveis de irrigação sobre a produtividade do meloeiro, sob cultivo protegido, onde verificaram que as maiores produtividades, 27,45 e 17,1 t ha⁻¹, foram obtidas para lâminas de água de 178,6 e 210mm, respectivamente. Nota-se, que as lâminas de água aplicadas por esses autores foram semelhantes a do presente estudo, porém, as produtividades médias obtidas foram inferiores.

Em dois anos de cultivo de melão, 2005 e 2006, em condições de campo, Dogan et al. (2008) obtiveram valores máximos de produtividade média, 41,7 e 34,4 t ha⁻¹, para as lâminas de água aplicadas de 377 e 436mm, respectivamente. De forma semelhante Fabeiro et al. (2002),

verificaram que a produtividade máxima, 51,25 t ha⁻¹, pode ser obtida, para a lâmina de água aplicada de 407mm.

A lâmina ótima de irrigação (Wótima) para a obtenção da máxima eficiência econômica foi calculada pela Eq. 6, o que resultou em um valor de 208,83 mm, gerando uma produtividade de 50,85 t ha⁻¹.

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = -0,0036 \cdot W + 0,7519 = \frac{PW}{PY} \quad (6)$$

Observa-se, pelos dados da Tabela 3, que a máxima produtividade física do fator água, também chamada produto físico marginal (PFMa) do fator água, tem valor inicialmente positivo e decresce à medida em que se aumenta a lâmina total de irrigação aplicada ao solo.

Tabela 3. Produto físico marginal (PFMa) do fator água

Laminas de irrigação (mm)	PFMa
92,66	0,4185
139,00	0,2517
169,36	0,1424
231,66	-0,0819
277,98	-0,2486

Este comportamento apresenta ou caracteriza o estágio de produção antieconômico, pois o acréscimo das lâminas aplicadas acarreta diminuição da produção (Carvalho et al. 2011).

Na Tabela 4 está apresentado, o resumo da análise de variância para a produtividade média dos frutos em função dos tratamentos, no experimento (CC).

TABELA 4. Análise de variância para a Produtividade média dos frutos (PROD), em função dos tratamentos, no experimento (CC).

FV	GL	QM
		PROD (t ha ⁻¹)
Tratamento	4	140,61**
Resíduo	15	22,81
CV(%)		12,42
Média		38,45

**significativo a 1% de probabilidade

Observa-se que os tratamentos interferiram de forma significativa sobre variável analisada, no experimento com cobertura plástica do solo. Na Figura 2 estão demonstrados os valores médios de produtividade (PROD), em função das lâminas obtidas em cada tratamento (L).

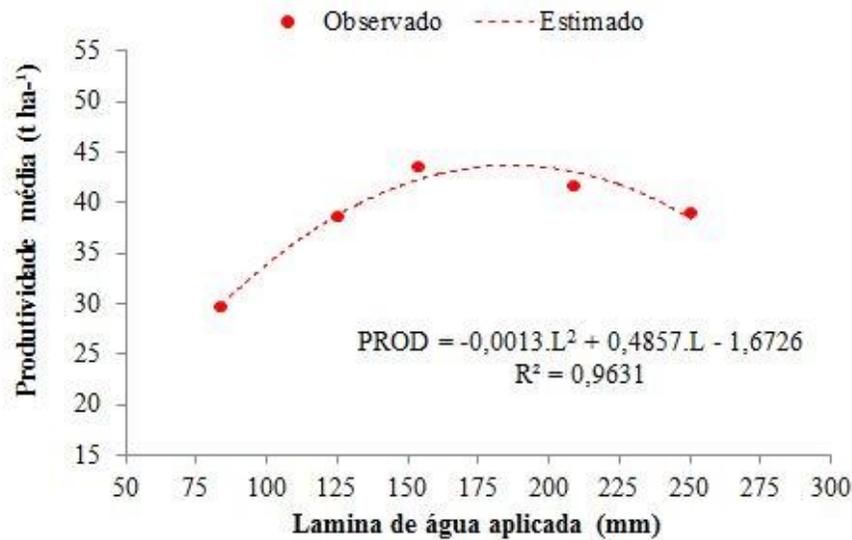


Figura 2 Produtividade média do melão tipo Gália cv. Néctar, em função de diferentes lâminas de reposição, no experimento II (CC).

Nota-se que a análise de regressão aplicada aos dados indica que o modelo polinomial quadrático descreveu bem o comportamento para o intervalo considerado, com coeficiente de determinação (R^2) acima de 96%.

A máxima produtividade física para o experimento em que foi utilizada a cobertura do solo foi obtida derivando a função de produção estimada (Figura 2), e igualando à zero (Eq. 7).

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = -0,0026 \cdot W + 0,4857 = 0 \quad (7)$$

Obteve-se a máxima produtividade física, 44,51 t ha⁻¹, para uma lâmina de água aplicada de 186,88mm. Cabello et al. (2009), avaliaram o efeito de diferentes níveis de irrigação sobre o rendimento do melão tipo pele de sapo, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura (ETC) em 2005, e, 60, 100 e 140% da ETC, em 2006. Para os estudos realizados em 2005 e 2006, os autores obtiveram as maiores produtividades médias, 41,5 e 37,2 t ha⁻¹, valores semelhante aos do presente estudo, entretanto, as lâminas de água aplicadas 705 e 522,9mm, respectivamente, foram superiores.

Já Sharma (2014) obtiveram produtividades médias entre 54,2 e 78,7 t ha⁻¹, para diferentes níveis da ETC, 50 e 100%. Observa-se que os valores são superiores aos obtidos no presente estudo, mesmo ao nível de 50% da ETC.

A lâmina ótima de irrigação ($W_{ótima}$) para a obtenção da máxima eficiência econômica foi calculada pela Eq. 8, o que resultou em um valor de 186,78 mm, gerando uma produtividade 44,51 t ha⁻¹.

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = -0,0026 \cdot W + 0,4857 = \frac{PW}{PY} \quad (8)$$

Comparando as lâminas ótimas econômicas e a lâminas que geram as máximas produtividades físicas, verificou-se que ao aplicar a lâmina de água que proporcione a máxima produção física, esta poderá ser suficiente para alcançar uma produção economicamente viável, para os experimentos I (SC) e II (CC).

Oliveira et al. (2011), Carvalho et al. (2011) & Santana et al. (2009), aplicando diferentes percentuais da lâmina de reposição de água nas culturas do pepino japonês, pimentão vermelho, feijoeiro, respectivamente, e observaram que as lâminas para obtenção das máximas produtividades físicas podem ser utilizadas para obtenção de maiores retornos econômicos para as culturas estudadas.

Para atender às diferentes relações entre o preço da água e o preço do melão, construiu-se um gráfico relacionando-se a lâmina de irrigação economicamente ótima ($W_{ótima}$), em função da relação de preços entre fator água e produto (P_w/P_y) para os experimentos SC e CC (Figura 3).

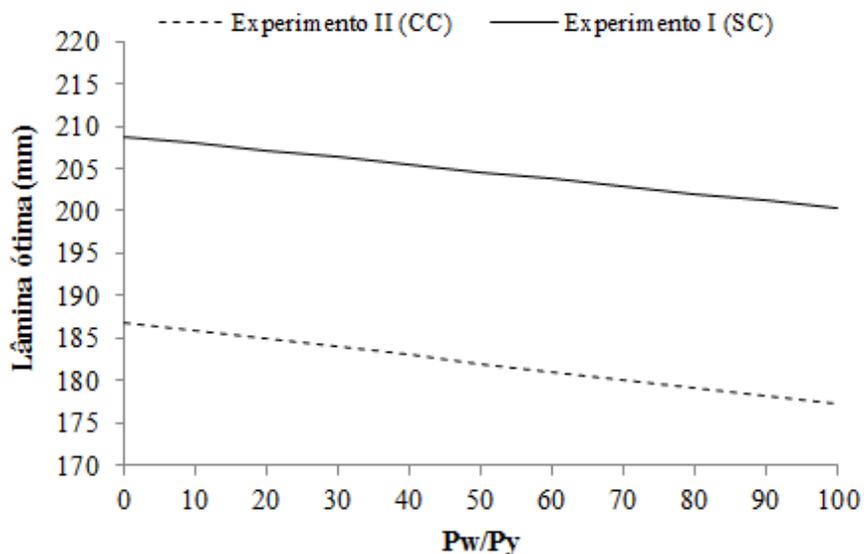


Figura 3 Lâmina total de água ótima econômica, em função da relação entre o preço da água (P_w) e o preço do produto (P_y), em função das diferentes lâminas de reposição de água no solo, para a cultura do melão cv. Néctar, nos experimentos I (SC) e II (CC).

Observa-se um pequeno decréscimo na lâmina total de irrigação economicamente ótima à medida que se aumenta a relação entre preços (P_w/P_y). Assim, considerando-se fixo o preço médio da comercialização do melão, verifica-se que, mesmo que o custo da água seja incrementado, devido, por exemplo, ao aumento da tarifa de energia para pressurização do sistema de irrigação, ou pela cobrança do uso da água, a lâmina total de irrigação a se aplicar praticamente a mesma.

CONCLUSÕES

A produtividade do meloeiro foi afetada de forma significativa pelo déficit hídrico e também pelo excesso hídrico.

A lâmina de 208,92 mm proporcionou a maior produtividade física 50,83 t ha⁻¹ para o experimento I (SC), e a maior rentabilidade econômica, pode ser obtida, com uma lâmina aplicada de 208,83 mm.

Para o experimento II (CC), a lâmina de 186,88 mm proporcionou a maior produtividade física com 44,51 t ha⁻¹, equiparando-se à maior rentabilidade econômica obtida com a lâmina de 186,78 mm.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro disponibilizado ao longo desta pesquisa, bem como à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.A.R.; REZENDE, G.M. A cultura do melão. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 149 p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2013. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2013. 136 p.
- BRANDÃO FILHO, J.U.T.; VASCONCELLOS, M.A.S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org.). Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: FUNEP, 1998. p.161-193.
- BRASIL. Agência Nacional de águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Brasília, 2012. 215 p. (Edição Especial).
- CABELLO, M.J.; CASTELLANOS, M.T.; ROMOJARO, F.; MARTINEZ-MADRID, C.; RIBAS, F. Yield and quality of melon grown under different irrigation and nitrogen rates. **Agric. Water Manage**, v. 96, p. 866–874, 2009.
- CARVALHO, J. A. et al. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Agriambi**, Campina Grande, PB, v. 15, n. 6, p. 569-574, 2011.

CEASAMG - Centrais de Abastecimento do Estado de Minas Gerais.

Boletim diário de preços.

<http://minas.ceasa.mg.gov.br/detec/boletim/boletimproduto/boletim_produto.php>. 10 de Fevereiro. 2015.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DANTAS, M.B.B.; DUENHAS, L.H.; SOUZA, C.M.P; KLAR, A.E. Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em reposta a lâminas de irrigação. **Ciência agrônômica**, v.42, p.652-661, jul-set, 2011.

DOGAN, E.; KIRNAK, H.; BEREKATOGLU, K.; BILGEL, L.; SURUCU, A. Water stress imposed muskmelon (*Cucumis melo L.*) with subsurface and surface drip irrigation systems under semi-arid climatic conditions. **Irrigation Science**, v. 26, p. 131–138, 2008.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039- 1042, 2011.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L. de; REZENDE, R.; FARIA, M. A. Microirrigação: Gotejamento e Microaspersão. Maringá: Eduem, 2012. 365p.

FRIZZONE, J. A. Planejamento da Irrigação com Uso de Técnicas de Otimização. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v.1, n.1, p.24–49, 2007.

KLAR, A. E.; JADOSKY, S. O. Irrigation and mulching management for sweet pepper crop in protected environment. Irriga, Botucatu, v. 9, n. 3, p. 217-224, 2004.

LAMENT, W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. **HortTechnology**. v. 3, n. 1, p. 35-39, 1993. LI, Y.-J.; YUANA, B.-Z.; BIEB, Z.-L.; KANGC, Y. Effect of drip irrigation criteria on yield and quality of muskmelon grown in greenhouse conditions. **Agric. Water Manage**, v. 109, p. 30–35, 2012.

LI, Y.-J.; YUANA, B.-Z.; BIEB, Z.-L.; KANGC, Y. Effect of drip irrigation criteria on yield and quality of muskmelon grown in greenhouse conditions. **Agric. Water Manage**, v. 109, p. 30–35, 2012.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; SILVA, W. G.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, W. F. Análise produtiva e econômica do pepino japonês

submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.7, p.702-708, 2011.

SANTANA, M. J. DE; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B. DE; GERVÁSIO, G. G.; BRAGA, J. C.; LEPRI, E. B. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.532-538, 2009.

SHARMA, S. P.; LESKOVAR, D. I.; CROSBY, K. M.; VOLDER, A. Root growth, and fruit quality responses of *reticulatus* and *inodorus* melons (*Cucumis melo* L.) to deficit subsurface drip irrigation. **Agric. Water Manage.** v. 136, p. 75–85, 2014.

SENSOY, S.; ERTEK, A.; GEDIK, I.; KUCUKYUMUK, C. Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.). **Agric. Water Manage.** v. 88, p. 269–274, 2007.

ZENG, C.-Z., BIE, Z.-L., YUAN, B.-Z. Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. **Agric. Water Manage.** V. 96, p. 595–602, 2009.